

# 46%削減と炭素中立を目指す 日本のエネルギー政策設計図の理解と前進に向けた提案

## — 新しいエネルギー基本計画と NDC をどう捉えるか？

松尾 直樹, 田村 堅太郎

n\_matsuo@iges.or.jp, tamura@iges.or.jp

---



資源エネルギー庁のWebサイトより

## 摘要

2030年46%削減目標と2050年炭素中立(Carbon Neutrality)実現に向け、日本はエネルギー政策の舵を新たに切り直した。そしてそれへの日本政府の回答である新しい第6次エネルギー基本計画(エネ基)およびその設計図としての2030年エネルギー需給見通しが策定された。本論考では、この「第6次エネ基をどう理解し、どう捉え、どう前進するか?」を考えるという目的から、2030年と2050年のタイムフレームに関して、9つの視点での分析と5つの提案を行う。これによって、今後のエネルギー政策を、的確かつ機動的にデザインと運用していく一助となることを期待している。

まず、**2030年の絵姿の分析**としては、46%削減(平均3.5%/年削減)目標のためのエネルギー需給見通しの全体像の量的な理解を、「エネルギー効率向上」と「エネルギー転換」という2つの原単位で要因分解を行うことで、2.8%/年(エネ効率向上)、2.0%/年(エネ転換)で向上していくという絵姿であることを示した(2013-30年平均)。政策的なCO<sub>2</sub>削減寄与度としては、これまでは「エネルギー効率向上」が主であったが、今後は「エネルギー転換」も同等近くの寄与が期待され、こちらのチャレンジ度合いが大きい。またCO<sub>2</sub>排出総量の削減目標は政策的には外生変数となるGDPに大きく影響されてきたことも示した。これから、政策のパフォーマンスを抽出/顕在化させるため、上記の2つの原単位を政策のパフォーマンスを評価する指標(KPIs)とした追加目標とし、総量目標に加えて設定することを提案した。

また、エネ基の設計図である2030年需給見通しが政府の実質的な目標であることを踏まえつつも、現実に所期の数字が実現化できない事態を前もって想定し、その進捗評価を、追加手段を講じることや軌道修正を行うことのトリガーとすることの重要性を論じ、その方法をマニュアルとして事前に準備しておくことを提案した。またそのようなケースに対する制度的建て付けとして、第三者評価機関による科学的レビューメカニズムの創設を主張した。

さらに、産業部門に焦点を当て、EUの炭素国境調整メカニズムを題材に、その役割分担や考え方に関して、EUと大きな差異があることを論じた。

**2050年に向けてのアプローチ**に関しては、将来の不確実性を踏まえた複数シナリオ分析の作り方や使い方の方法論、すなわち客観性のある分析のベースを、あらかじめ用意しておくことを主張した。

それに加え、さまざまなリスクをどう捉え、必要に応じて「方向転換」を行う準備をしておくことの重要性を、方向転換を強いる可能性を持つ大きなリスクの具体例を例示して、議論を行った。たとえば、海外から安価で大量のカーボンフリー製造水素(や水素由来燃料)が入手できないとなった場合や、国内でも海外でも炭素回収貯留(CCS)を大規模で行うことが難しいことが判明した場合など、キーとしてきた前提が崩れるかもしれない可能性を、そのような可能性を排除すべきでない根拠をまじえて論じた。すなわち、リスクヘッジとして、「思惑(Plan A)通り」に行かない可能性を想定し、Plan B や C を事前に用意しておき、タイムリーに主軌道の再構築を行う準備を行っておくことや、方針転換のトリガーとなる意思決定の方法を用意しておくことを提案した。

ここ15年間ほどの短期間で、世界金融危機、東日本大震災/福島原発事故、COVID-19という大きな想定外の事象が3つも起きた。それらに対し、対策が後手後手になってしまった。われわれは、この教訓を踏まえ、これらの「軌道修正・方向転換の『あり方』を前もって用意しておくことの重要性」を認識すべきであろう。

国際的な気候変動対策強化の方向性は、想定を超える早さで動いてきている。3年後には第7次エネ基と野心強化した2035年NDC目標が必要になるであろう。それを踏まえ、正しい準備を行いつつ、タイムリーで適切、かつバイアスを排したロジカルな対応が可能になることが望まれている。

## 目次

摘要	2
目次	3
<b>1. はじめに</b>	<b>4</b>
1.1. 背景	4
1.2. パリ協定にまつわる目標設定の国内外のダイナミズムの認識	7
1.3. 本論考のねらい	9
<b>2. 第6次エネ基をどう理解し、どう捉え、どう前進するか？</b>	<b>10</b>
2.A. <b>2030年エネルギー需給を政府はどうか考え、それをどう理解するか？</b>	<b>10</b>
視点 A-1 要因分析による数量的な全体像把握[政府・民間対象]	
視点 A-2 2030年エネルギー需給見通しとは何か？[主として民間対象]	
視点 A-3 発電事業を自由化した現時点における見通しの意味合いは？[主として民間対象]	
視点 A-4 追加施策による軌道修正の引き金としての意味[主として政府対象]	
視点 A-5 産業(+エネルギー転換)部門の努力の評価[政府・民間対象]	
2.B. <b>2050年炭素中立に挑むアプローチ方法</b>	<b>20</b>
視点 B-1 複数シナリオ分析の作り方や使い方の方法論の必要性[主として政府対象]	
視点 B-2 各シナリオの前提に関するリスクの視点をどうヘッジするか[政府・民間対象]	
2.C. <b>その他の視点</b>	<b>26</b>
視点 C-1 独立評価機関によるレビューメカニズム[主として政府対象]	
視点 C-2 グローバルな1.5°C目標における日本の責任の認識[政府と民間対象]	
<b>3. おわりに</b>	<b>31</b>
補遺: CO <sub>2</sub> 排出量に関する要因分析の簡単な説明	33
参考情報ソース	36

## 1. はじめに

### 1.1. 背景

菅首相による2050年炭素中立発表(2020年10月26日)、2030年マイナス46%へのGHG排出削減目標強化発表(2021年4月22日)を受け、7月以降、日本政府はそのエネルギーCO<sub>2</sub>部分に関しては「第6次エネルギー基本計画(以下、エネ基)とその数量表現である2030年エネルギー需給見通し」、および非エネ部分を含みまたそれと整合的な新たな「地球温暖化対策計画」(以下、温対計画)、「国が決定する貢献(以下、NDC)」、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(以下、長期戦略)」の改定版の素案を相次いで発表し、政府部内および委員会における議論を続けた。これらは政府案として、2021年10月4日までパブリックコメントを受け付けが終わり、その修正を経た後、10月22日にいずれも閣議決定された(見通しの詳細はパブコメ対象外。NDCは地球温暖化対策推進本部(≒閣議)決定)。<sup>1</sup>

これら一連の政府文書の関係は、以下のように概観できる。破線の部分がエネルギー関連であり、本論考はこの部分を対象としている(2050年カーボンニュートラルグリーン成長戦略<sup>2</sup>は閣議決定済み)。

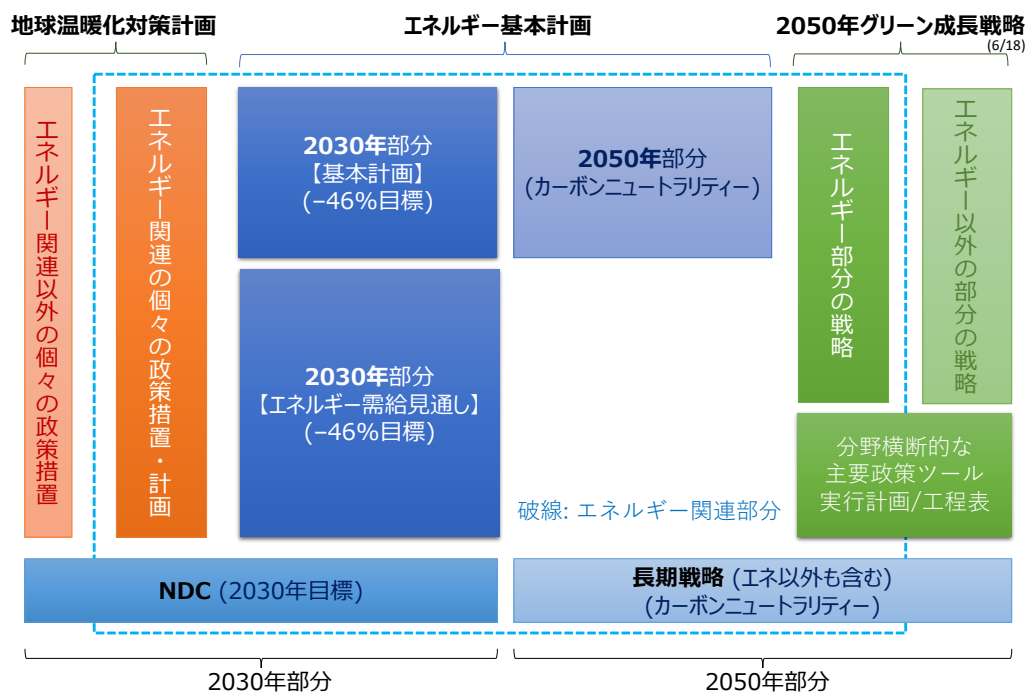


図 1: 炭素中立および 46%削減目標にともなう一連の主要政府文書の関係

<sup>1</sup> <https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005.html> (第6次エネ基+見通し).  
<https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000225933> (同上 パブコメ意見への対応)  
<https://www.env.go.jp/press/110060.html> (温対計画, 長期戦略, NDC; パブコメ意見への対応を含む).

<sup>2</sup> <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html> (2050年グリーン成長戦略).

これらの中で中心的役割を担うのは、GHG 排出量の 88%(2019 年度)、2013–2030 年の 46%削減の内訳の 86%分を占めるエネルギー起源 CO<sub>2</sub> になる。本論考では、このエネルギー部分に焦点をあて、エネ基を中心に考えてみる。

エネ基は、日本の新しいエネルギー政策を表すものとして、その主要部分として、

- 2050 年炭素中立に向けた長期展望と、
- 2030 年度 46%削減(2013 年比)と総合的な 2030 年のエネルギー(とくに電源)需給構成

を提示している。

エネ基は、全 GHGs に対する目標(2030 年度に 2013 年比マイナス 46%)のうち、エネルギーCO<sub>2</sub> 全体のサブ目標(2013 年比マイナス 45%)に関して、2030 年エネルギー需給構成見通しをもとに、産業、業務、家庭、運輸、エネルギー転換部門ごとに削減量目標の内訳を「目安」として算出し、その削減量に向けた部門毎の対策の改定版を提示している。これを受け、温対計画改定では、エネ基の積み上げのベースとなっている種々の政策措置やアクションを具体的にリストアップし、エネ基の需給見通しの数字と整合性がとれるようになっている。<sup>3</sup> また、温対計画では、非エネルギー起源の CO<sub>2</sub> や CO<sub>2</sub> 以外の温室効果ガス(GHGs)の削減対策、そして森林吸収源対策の個別施策の目標値が記されている。また二国間クレジット制度(JCM)の活用方針も示している(図 2 参照)。

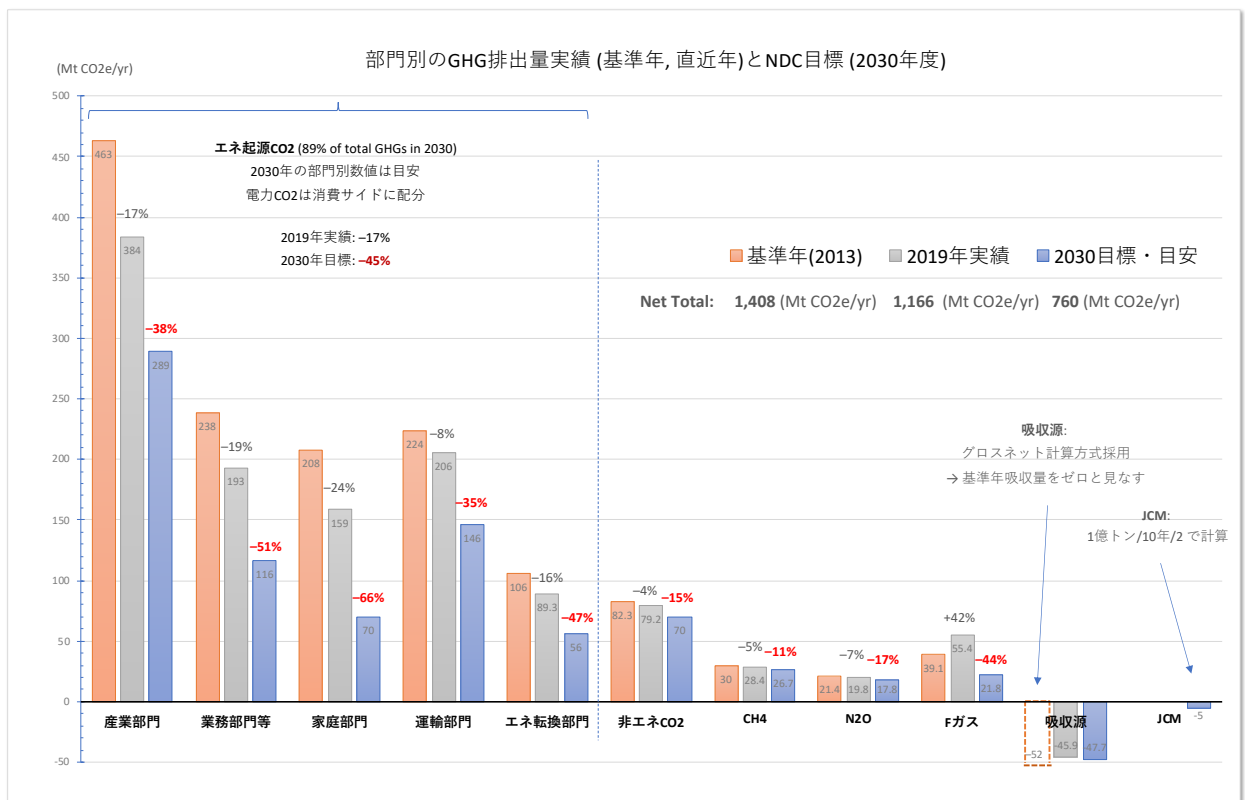


図 2: 日本の排出量実績(基準年と直近年)と 2030 年 NDC 目標の部門別・GHG 別ブレイクダウン

<sup>3</sup> ただし、温対計画の一部でもある経団連のカーボンニュートラル行動計画(旧低炭素社会実行計画)の中、各業界団体の目標値の一部は、今回の新目標に伴う温対計画改定に間に合うことができなかったため、従来の目標値が記されていて、随時更新される。

これらをまとめる形で、日本の 2030 年度 GHG 目標をパリ協定の下で国際的にコミットする **NDC 改定案**も作成され、UNFCCC 事務局に提出された(10月12日に暫定更新版, 22日に正式更新版)。

これらにより、2030年新目標の達成のための新しい日本の気候・エネルギー政策・計画・個々の対策が具体的に示されたことになり、(次回の改定が想定されるまでの)少なくとも3年間は、これらをベースに対策が実施されることとなる。<sup>4</sup>

一方で、2030年までの政策対応に加え、エネ基では、**2050年**に向けて、具体的エネルギー需給構造の数値ではなく、2050年炭素中立実現を検討していくための複数シナリオを用いたアプローチ方法を用いるということや、主要エネルギー源と各部門における対応方法の考え方が示された。またこれを踏まえ、**長期戦略**も策定された。長期戦略のエネルギー部分は、エネ基の該当部分をベースとしている。ただ、長期戦略全体としては、より広い視座の下で2050年を展望している。また、エネルギー、産業、運輸、地域・暮らしに分類された部門別に、「目指すべきビジョン」を提示している。エネ基は2050年に関しては「べき論」に踏み込むことを避けているが、<sup>5</sup> 長期戦略は(意図してかどうかは分からないが)より限定した未来像を提示している。トーンとしては、2021年6月18日閣議決定の「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(以下、**グリーン成長戦略**)を下敷きにしている。下の図3は、グリーン成長戦略に示されたカーボンニュートラルに至るイメージである。「省エネ+電源の脱炭素化+電化」というメインのアプローチに加え、「脱炭素化燃料の活用」がイメージされている(それぞれの定量化は示されていない)。

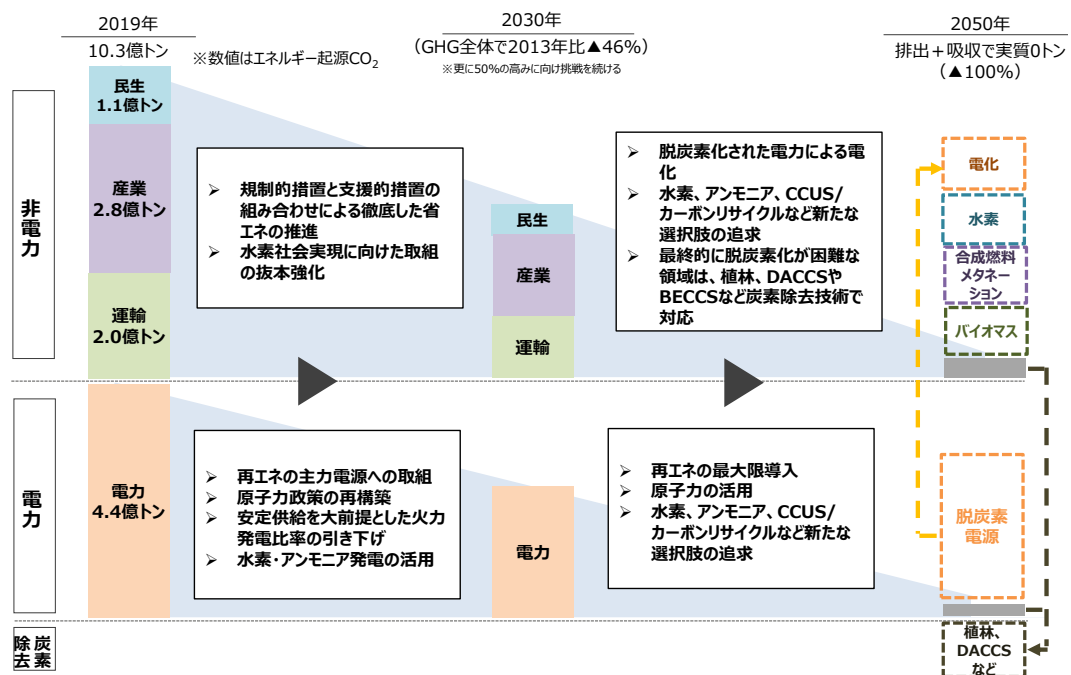


図3: グリーン成長戦略に記された2050年カーボンニュートラルに至るイメージ

<sup>4</sup> ただし、政策措置は適宜具体化される。エネ基案策定以降では、再エネ政策の方向性を定めた「総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」の**中間整理**(2021年10月22日)が、かなり重要なものである。また温対計画の中では、毎年個々のアクションが進捗評価される。

<sup>5</sup> 一方で、**2030年の見通し**の数字は、後述するように「達成すべき」ものという位置づけと言える。



これらの中でもっとも議論を呼んできたものが、エネルギー需給見通しにより(唯一のものとして)定量的に示された 2030年エネルギー(とくに電源)需給構成である。その2030年のエネルギーの絵姿の実現可能性について疑義や様々な意見が呈され、また議論がなされてきている。総じて一種の「つじつまあわせ」とも言える個々の数字への不満という形が多い。ただ、俯瞰して、この計画をどのように捉えるべきだろうか？ネクストステップをどのようにデザインすべきであろうか？という視座に根ざした議論は少ない。本論考は、この点を考えてみる。

なお、2050年炭素中立と2030年46%削減目標を主導した菅首相の退陣、および岸田新首相の就任にともなって、気候変動政策が修正される可能性はあるが、ここではこの点を議論することは行わない。ただ、今後の各政権の期間の長短に左右されにくい政策の運用ができることを目指すものとする。

## 1.2. パリ協定にまつわる目標設定の国内外のダイナミズムの認識

ここで、時間・空間の双方でより広く、この状況に至った国内外の背景を俯瞰してみよう。そこには、2020年後半～2021年前半をピークとした大きな世界の中のダイナミズムがあった。

国際的には、各国によるGHG排出削減の目標設定は、パリ協定(2015年採択)の強いムーブメントによって、当初パリ協定で想定されていた

各国がNDC目標コミット → グローバルストックテイクによる強化圧力 → 各国がNDC強化という10–15年先をみたNDCベースの5年サイクルの強化プロセスでの動きではなく、いきなり

「今世紀半ばのカーボンニュートラル達成」を宣言  
→ そこに向かう形で新NDC目標にバックキャスト(2030年に基準年比でほぼ半減)  
→ それに見合う行動計画や政策措置を策定

という流れで、主要先進国が動くかたちとなった。<sup>6</sup> パリ協定の1.5–2°Cゴール(産業革命レベルからの気温上昇抑制目標)のレンジの中でも、かなり厳しい1.5°Cを目指すことを強く意識している。

より具体的に見てみると(次ページ表1参照。海外からの影響や、国内の時系列の流れに注目されたい)、先行するEUや英国だけでなく、とくに2020年9月の中国の(2060年を目標年とした)炭素中立宣言の影響が大きく、加えて、気候変動問題に背を向けていた米国において炭素中立を選挙公約に掲げていたバイデン政権が成立した影響<sup>7</sup>が大きい。

このような中、先進国にとって、2050年炭素中立宣言は事実上必須の状況であった。2030年目標に関しても、EUのマイナス55%目標(2030年)や、英国のマイナス68%目標(2030年)とマイナス78%(2035年)、そして米国のマイナス50–52%目標(2030年)<sup>8</sup>など、従来水準からかなり踏み込んだ目

<sup>6</sup> パリ協定では、NDCの引き上げプロセスはGSTを経た2025年からであったが、COP決定で2020年に更新が求められていた。2020年の引き上げはマストではなかったが、IPCC 1.5°C報告書を受け、国連事務総長をはじめとして、2050年カーボンニュートラルおよび2030年目標引き上げ(世界で2010年比マイナス45%相当)を求める声が高まり、最初のNDC引き上げ機会として注目された。しかし、米国トランプ政権のノーアクション、コロナ禍、COP26延期の影響で、その機運がそがれた。

<sup>7</sup> パリ協定復帰、気候変動にシフトした政権内部の人事・制度面の整備、および2030年マイナス50–52%削減目標宣言など。

<sup>8</sup> このような先進各国の排出削減目標の数字は、「基準年」をどう採るか？という点に依存する(基準年: 英国、

標設定が相次ぎ、日本国内の先進的企業や自治体の意欲が顕在化してきた中、日本政府もそれに後押しされることになったとみることができる。

年	国際的動き	国内の動き
2014	(10月) EU 2030年マイナス40%目標	(4月) 第4次エネ基(かなりの高成長が前提)
2015	(3月) EU INDC提出 (12月) パリ協定採択	(7月) 2030年エネ見通し(CO <sub>2</sub> の意識は強くない) → 2030年マイナス26%目標 → INDC提出
2016	(11月) パリ協定発効	(5月) 温対計画(INDCの実行計画) (11月) パリ協定批准 (INDC→そのままNDCに)
2017		
2018	(10月) IPCC 1.5℃特別報告書 (12月) パリ協定のルールブック採択	(7月) 第5次エネ基(見通し=青写真は改定せず) (2050年が意識に入ってくる)
2019	(12月) EU グリーンディール発表 カーボンニュートラル目的 →2020/6月採択	(6月) 長期戦略(マイナス80%ベース)
2020	(3月) EU 長期戦略 (6月) EU タクソミー規則採択 (7月) 米国 バイデン大統領候補カーボンニュートラル宣言 (9月) 中国 2060年カーボンニュートラル宣言 & 新NDC (12月) 英国 2030年マイナス68%目標 EU 2030年マイナス55%目標	(3月) 改定NDC提出 (削減目標強化なし. その検討開始表明のみ)  (10月) 2050年カーボンニュートラル宣言
2021	(4月) 米国 2030年マイナス50-52%目標 英国 2035年マイナス78%目標 (7月) EU Fit-for-55 政策パッケージ法案 (10月) 英国 2035年目標達成へのネットゼロ戦略策定	(4月) 2030年マイナス46%目標宣言 (6月) 2050年カーボンニュートラル グリーン成長戦略 (9月) 第6次エネ基+2030年エネ需給見通し, NDC/温対計画改定, 長期戦略(10月決定) <b>now</b>
2022	(9月) IPCC 第6次評価報告書セット完成(2021/8月-)	
2023	(12月) 第1回グローバルストックテイク (カーボンニュートラル評価→各国に野心引上圧力)	
2024	各国 第1回隔年透明性報告書提出(NDC進捗評価)	第7次エネ基+見通し? NDC改定?(2035年?)
2025	各国 NDC 2 提出(目標強化が期待されている)	

表 1: 2025 年までの国内外のパリ協定にドライブされる GHG 排出目標に関する主要な動き

日本政府は、この 2020 年後半～2021 年前半における世界の急転回をほとんど予測できなかった。<sup>9</sup> パリ協定採択に先立って INDC<sup>10</sup>(2015 年)排出数値目標設定のため、マイナス 26%目標が設定さ

EU: 1990 年, 米国: 2005 年, 日本: 2013 年). どの国も、自国の排出量の多かった年 (すなわち排出削減が顕在化し始めた年) を選択している。日本の場合の 2013 年は、震災の結果原発がほぼ動かなくなった影響が最大限に表れた年である。この基準年の選択の比較や是非を議論することに大きな意味はない。

<sup>9</sup> 一方で、もし予測できていたら、このように「後塵を拝する」のではなく、「先手」とリーダーシップを取っていたかどうか?という点は別問題である。先手を取るためには「戦略的仕掛け」が必要であり、日本はそれを行う気はなかったため、予測できただけでは、先手を取れる蓋然性は低かった、という個人的感触を持っている。

<sup>10</sup> INDC は、NDC のいわば草案である。NDC をベースとしたパリ協定の 枠組みが機能することを確認するという意味もあり、途上国を含めた各国に「まず目標を設定してみよう」と呼びかけたものである。世界のほとん



れたが、これは第4次エネ基と長期見通し(2014, 15年)をベースとしたもので、いわば可能なアクションの積み上げのボトムアップ型目標設定方式であった。2016年には、パリ協定発効に伴ってINDCがNDC化される際には、とくに改定や追加を行わなかった(その結果自動的にINDC→NDCとされた)。

そして次の第5次エネ基(2018年)においては、新しい青写真とも言えるエネルギー需給見通し策定や対策の大幅な強化を、事実上見送った。加えて、2020年3月には、2015年策定のマイナス26%目標を強化せず、その検討を表明したのみで、以前のINDCの内容を改定版のNDCとすることを決定し、リリースした。

その結果、上述の2020年後半に急転回した世界の動きやレベルに追従すべしという官邸の政治判断の下、2021年4月の米国気候リーダーズサミットを機にトップダウン的に従来のマイナス26%→マイナス46%に大きく強化された新目標との整合性をとるため(従来とは異なり目標設定が先行)、2021年の今回の第6次エネ基において、かなり不連続的なジャンプが必要となったという経緯が見て取れる。

### 1.3. 本論考のねらい

本論考は、主として第6次エネ基(2030年に関しては、およびその数量的表現である2030年エネルギー需給見通しも含める)を対象とするが、具体的個々の数値の是非<sup>11</sup>を議論したり、価値観を主張することを目的としていない。

その代わり、主要な点に関して、

- その内容をどう理解できるか？
- どういうメッセージを受け取れるか？

という点を議論し、

- どのような視座で考えることが妥当だと考えられるか？の明確化
- 日本政府や企業のネクストステップに関する提案

を行うことを目的とする。

タイムフレームとしては、2030年と2050年の2つを対象とする。

読者としては、政府関係者、今後の自社の方向性を考えるべき立場の企業の担当者、ならびに、日本の脱炭素の将来に考えを巡らす一般の人々を想定している。

この論考の内容が、新しい知見、見方や考え方を持つきっかけとなることを願っている。

---

どすべての国が作成した。この経験を受けて、各国が第1回目のNDCを作成・コミットした。

<sup>11</sup> 「是非」の判断には、価値観や(相対的)フィージビリティの判断が必要となり、とくに前者は「主観」が介入してくる。

## 2. 第6次エネ基をどう理解し、どう捉え、どう前進するか？

### 2.A. 2030年エネルギー需給を政府はどうか考え、それをどう理解するか？

#### 視点 A-1 要因分析による数量的な全体像把握 [政府・民間対象]

2030年エネルギー需給見通しは、後述するように、エネ基の「青写真」や「設計図」とも言えるものである。CO<sub>2</sub>排出量の観点から部門別にブレークダウンした絵姿は、前出の図2の左半分に示される。

部門別では、家庭および業務部門に大きく依存し(2013年比で半減以下)、産業部門および運輸部門の削減率が相対的に小さいことが見て取れる。<sup>12</sup> なお、これらは「予測」というよりも、政府の「各部門への期待度≒準目標」を表していることに注意されたい(政府は「目安」と称している)。産業部門とエネルギー転換部門への期待の考え方は、後でEUと対比してみてもいいとして、ここでは「エネルギー-CO<sub>2</sub>全体」を分析的に見てみよう(エネルギー-CO<sub>2</sub>部分目標は2013年度比マイナス45%である)。

CO<sub>2</sub>排出量の年平均減少率は、2013-2030年平均で、マイナス3.5%/年<sup>13</sup>と計算できる(絶対量や期間を通した削減率ではなく、年平均変化率で考える方が、比較分析を行うことが容易になる)。

CO<sub>2</sub>排出量の年変化率は、GDP年変化率、エネルギー効率(省エネ)年変化率、エネルギー転換年変化率を用いて、図4のように要因分析をおこなうことで、全体像を掴むことができる。

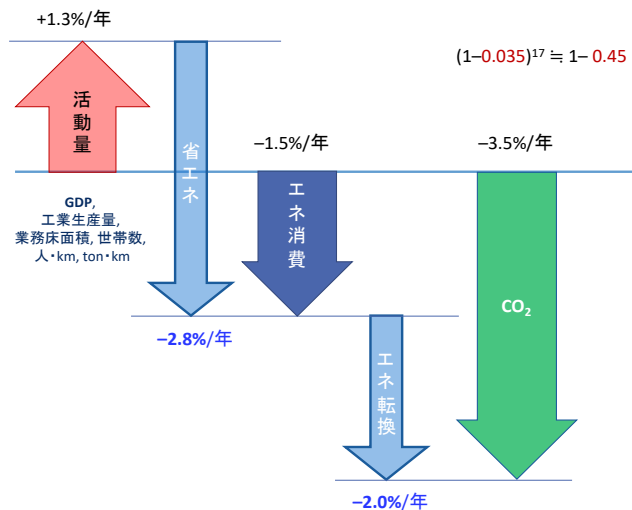


図4: 2013-30年の期間における年平均エネルギー-CO<sub>2</sub>排出減少率に関する要因分析

<sup>12</sup> 図2でわかるように、NDC全体ではエネルギー-CO<sub>2</sub>以外の部分の削減率が小さい。グロスネット方式(基準年吸収量はカウントしない方式、京都議定書時日本が採用)を選択した吸収源の寄与が大きく、これがエネルギー-CO<sub>2</sub>以外の部分の小さな寄与を補償した形になっている。ちなみに吸収源としては、面積拡大傾向にやや鈍化が見える森林に比較し、農業土壌の寄与の大きな拡大を期待しているところが今回の特徴となっている。

<sup>13</sup>  $(1 - 0.035)^{17} = 1 - 0.45$  で確認できる。

今回のエネルギー需給見通し(エネ基の数量表現)では、2013-30年に、「エネルギー効率の向上(省エネ)」で 2.8%/年、「エネルギー転換」で 2.0%/年 の向上を期待していることになる。この前提としては GDP 成長率(実質)が 1.3%/年 であるが、これは 2013-30 年平均であるため、COVID-19 以降には、かなりの高成長(+2.3%/年)が期待されている。このことは、COVID-19 以降に +2.3%/年 の GDP 成長が実現できずたとえ +1.3%/年 の成長率だったとすると、(CO<sub>2</sub> 目標が不変だとすれば)年率 1%分、省エネもしくはエネ転換の努力を緩めることができることを意味する。言い換えると、省エネ+エネ転換がきちんと所期のパフォーマンスを出せるならば、年率 1%分すなわち 9 年間なら約 9%分、目標に上乗せすることができる(マイナス 46%→55%)ことを意味している。

**【プロポーザル A-1】**

次期 NDC においては、総量目標だけでなく、政策のパフォーマンスを明示する指標 (KPIs) として、「原単位目標も」設定して、PDCA サイクルを回してはどうか？

このいわば「外生変数」である経済成長と、「政策努力」にリンクするいわば内生的な省エネおよびエネ転換は、(事後的には)分離して評価すべきであろう。その意味でも、とくにこの「省エネ」と「エネ転換」という 2 つの原単位(intensity)の意味を考えてみる必要がある。ここで、これらの数字が、それぞれ 2.8%/年、2.0%/年 の向上率を期待しているという「数字の意味」を考えてみよう。

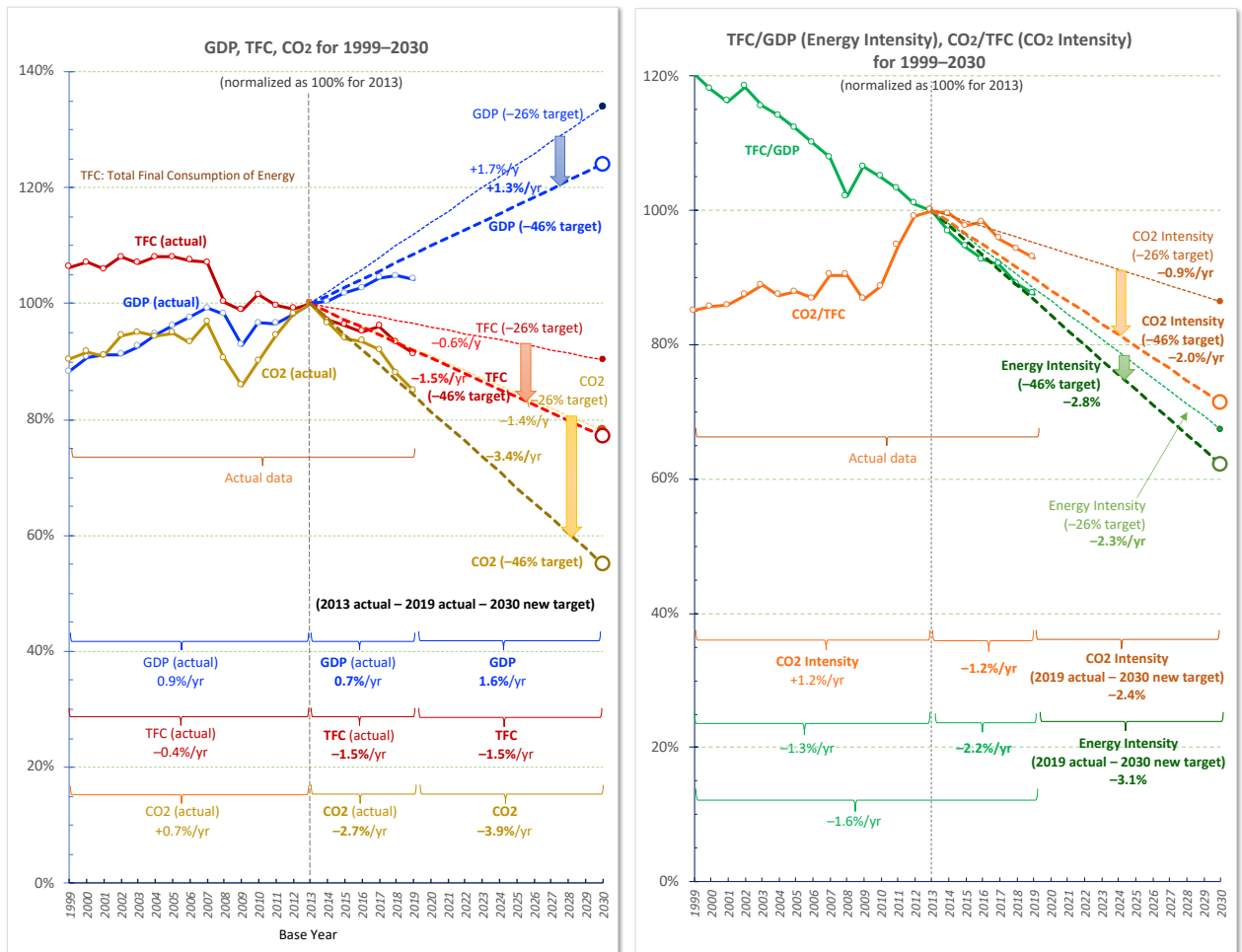


図 5: 1999-2030 年における「GDP, 最終エネ消費, CO<sub>2</sub> 排出量」およびそれらの「原単位」の推移

(マクロ経済的な)「エネルギー効率」および「エネルギー転換」の 2 つの原単位は、「(最終エネルギー消費量)/(実質 GDP)」、「(CO<sub>2</sub> 排出量)/(最終エネルギー消費量)」で表される(ともに小さい方がベター).<sup>14</sup> そしてこれらの年変化率は、

エネ効率<sup>15</sup>年向上率 = (エネ消費量の伸び率) と (実質 GDP 成長率) との差

エネルギー転換率 = (CO<sub>2</sub> 排出量伸び率) と (エネ消費量の伸び率) との差

で表されることを示すことができる(補遺の茅恒等式の説明参照).

図 5 は、図 4 を 1999 年からのトレンドから繋げる年次推移の形で図示したものであり(過去データは IEA 統計ベース)、旧目標(マイナス 26%)と、新目標(マイナス 46%)の双方のケースを示している(基準年値で正規化している)。また、直近データの 2019–2030 年でみた場合の数字も記してある。

これらから、以下のように判断することができよう：

- 2013 年以降、「エネ消費量」と「CO<sub>2</sub> 排出量」のトレンドは、旧目標より下がっていて、新目標のトラックにほぼ乗っている。ただこれは、GDP 成長率が想定(旧目標: +1.7%/年, 新目標: +1.3%/年)よりかなり低い +0.7%/年 で推移してきた影響が大きい(左図)。言い換えると、政策措置のパフォーマンスは想定を下回っている。
- 「エネルギー効率」の視点で見ると、リーマンショックや東日本大震災という大きな事象があったにもかかわらず、1999 年からほぼ一貫して向上してきた(2013–19 年平均で 2.2%/年)。20 年以上にわたりほぼ一定の効率向上を続けたことは歴史的にも未経験である。旧目標のパフォーマンスはほぼ達成し、2030 年新目標(2019–30 年平均で -3.1%/年継続)はチャレンジングであるものの、図からは、挽回はそれなりに目算が立つと言えそうである(右図)。
- 「エネルギー転換」の視点で見ると、2011 年の東日本大震災・原発事故の影響が如実に悪化という形で表れていたが、2013 年から下降(向上)トレンドに入っている(日本は基準年としてこの 2013 年を選択している)。旧目標の -0.9%/年をわずかに上回った実績であるが (-1.2%/年)、新目標の -2.0%/年にはなお大きな隔りがある。新目標を達成するためには、化石エネルギー(とくに石炭)から再エネ/原子力(および天然ガス)へのシフトを、2019–2030 年平均で -2.4%/年で継続する必要がある(右図)。
- 「CO<sub>2</sub> 削減への相対的寄与度」という点では、2013 年以降、エネルギー効率向上がエネルギー転換の約 2 倍の寄与を行ってきた。2030 年新目標達成に向けては、今後なおエネルギー効率向上の寄与の方が大きい、より大きなチャレンジを必要とするのは、むしろエネルギー転換の方である。

ここで、さらに広い視野で 1960–2050 年という超長期におけるこれらの推移を考えてみよう。

<sup>14</sup> ここでは、エネルギー消費量を、最終エネルギー消費量でみることにする。一次エネルギー供給側で捉えない理由は、一次エネルギー側で捉えると、化石燃料発電→再エネ発電の(電力需要が共通の)エネルギー転換が「省エネ」側に大きくカウントされてしまうため、これを避けるためである。補遺参照。

<sup>15</sup> ここでの「エネルギー効率向上もしくは省エネ」は、マクロ経済的な指標である。すなわち、産業構造の変換(たとえば第三次産業へのシフト)の影響も加味される。

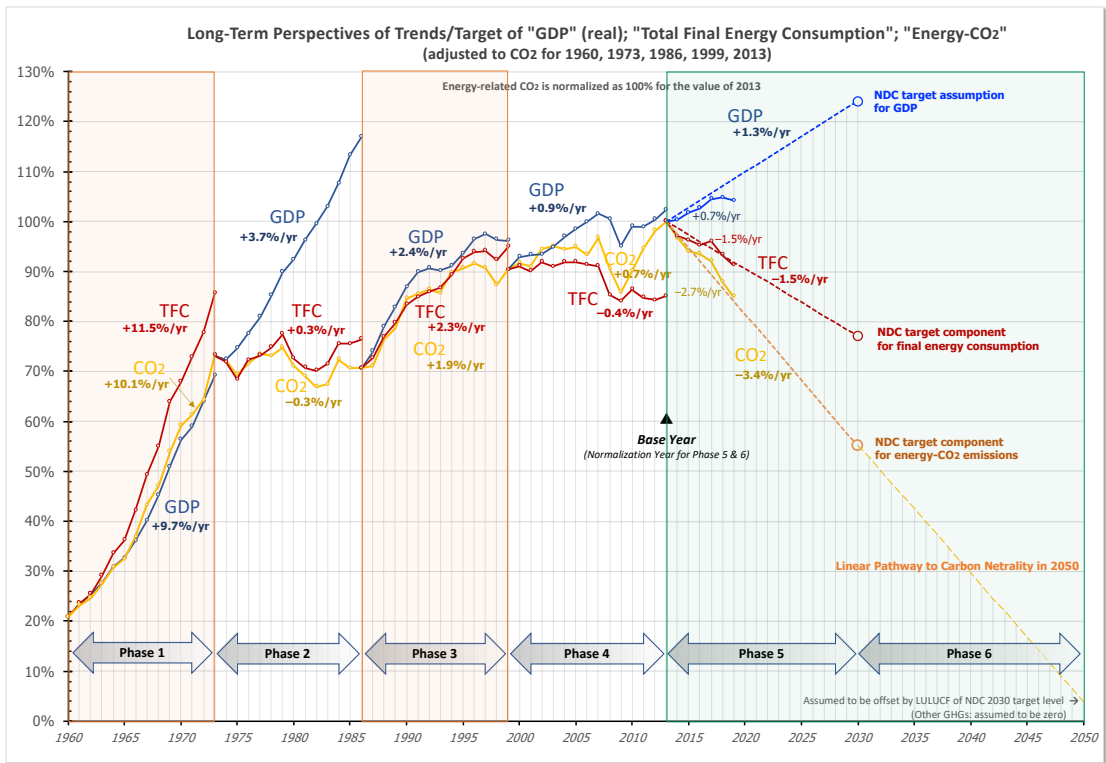


図 6: 1960-2050 年の超長期における GDP, 最終エネ消費, CO<sub>2</sub> 排出量の実績と見通し

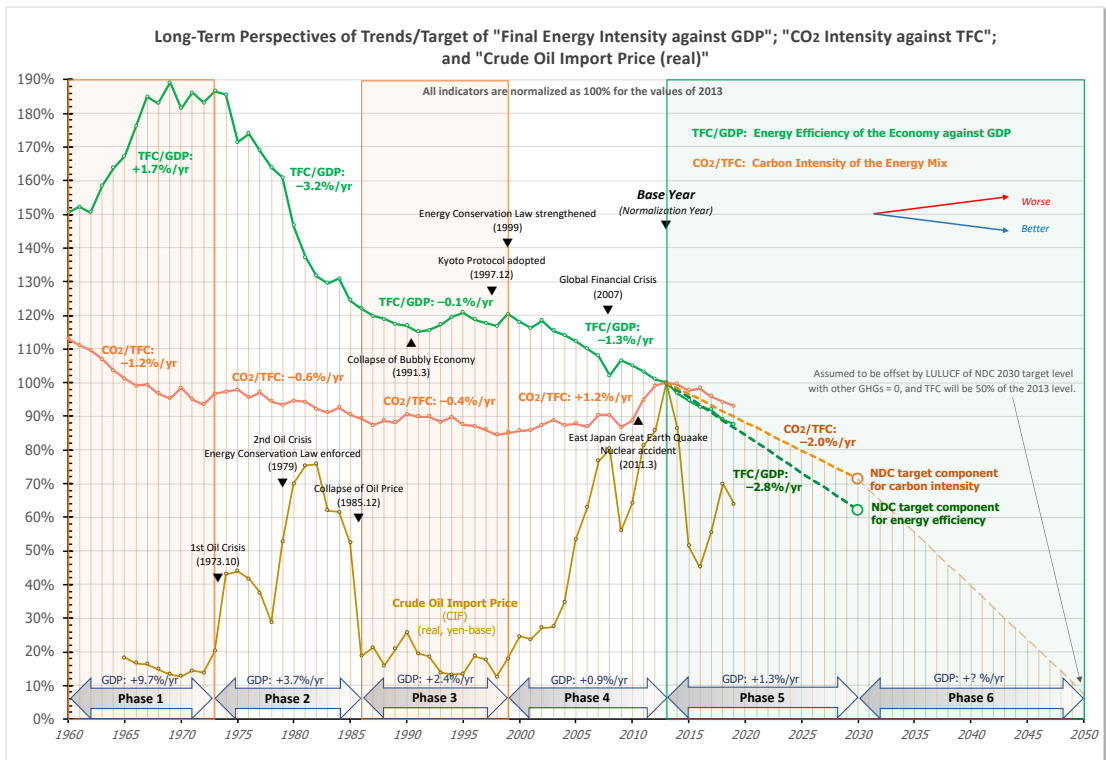


図 7: 1960-2050 年の超長期におけるエネルギー原単位, CO<sub>2</sub> 原単位, 原油輸入価格の実績と見通し

図 6 は、各フェーズの初年度に 3 指標の大きさを揃え CO<sub>2</sub> で繋いだグラフになっていて、フェーズごとにその特徴を見やすくしてある。図 6, 7 の 6 つのフェーズは、それぞれ

- Phase 1: 10%/年レベルの高度経済成長(発展途上)の時代
- Phase 2: 第 1 次, 第 2 次石油危機と, 中程度経済成長への移行の時代
- Phase 3: 石油輸入価格下落の時代
- Phase 4: 京都議定書の時代
- Phase 5: パリ協定の時代(←現在はここに属する)
- Phase 6: 炭素中立への時代

と捉えると、いろいろ興味深いインプリケーションを発見することができる(本稿の趣旨から逸脱するため、ここでは過去の分析は行わない)。かつての 80%削減ゴールは、ほぼ 1960 年水準を意味する。

ちなみに、2050 年にかけての視点で考えてみると、以下の点を認識できる：

- もはや原油輸入価格は、エネルギー消費量や効率向上を規定するものではなくなってきた。
- 炭素中立のゴールに近づくにつれ、寄与の重要度が、エネルギー効率向上からエネルギー転換に移っていく(エネルギー効率向上だけでは炭素中立は実現できない)。
- 日本は NDC レベルから、ほぼ「直線的」に炭素中立に向かうことが想定されていると言える。これは、下図のように「削減率」で見ると、どんどん厳しくなることを意味している一方、将来のイノベーションに、より期待するアプローチといえる。<sup>16</sup> 定率のように 100%に近づくにつれ寄与量が逡減する(難しくなる)という見方は、ポテンシャルが需要よりかなり大きな再エネ供給などの場合には、該当しない(大きく供給量が上回った場合には海外輸出もありうる)。

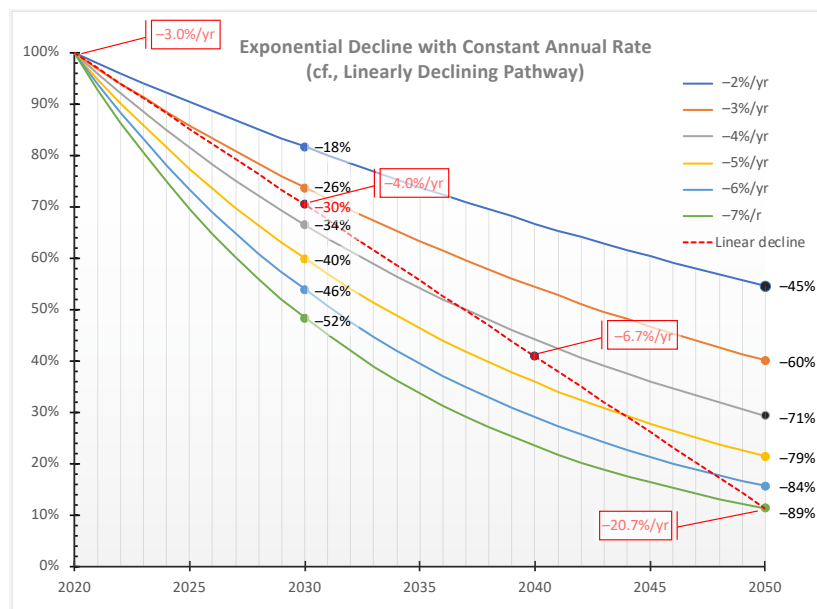


図 8: 一定比率での削減と直線的な削減の比較(2020-50 年)

<sup>16</sup> カーボンバジェット(積分値)の視点からは、到達点と同じであっても、一定比率で到達する方がベターとなる。逆にカーボンバジェットが同じであるなら、一定比率での削減の方が到達年を遠くに設定できる。



## 視点 A-2 2030 年エネルギー需給見通しとは何か？ [主として民間対象]

2050 年とは異なり, 2030 年に関しては, エネルギー政策の数量表現であるエネルギー需給見通しが, エネ基に付属するものとして 1 本発表された(過去には幅を持った 2 本として作成されたこともある(図 9)). エネ基本体には 2 ページ強の分量で限られた情報しか記載されていないが, 「2030 年におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」が, 経済産業省の Web サイトに,<sup>17</sup> エネ基本体と並んでアップされている。<sup>17</sup> このエネルギー需給見通しは, 目標値である 2030 年に 2013 年比マイナス 46% (エネルギー-CO<sub>2</sub> 部分はマイナス 45%) の数字に整合させたものとなっている。

ただ, この「エネルギー需給に関する数字のセット」の内容に関しては, 目標ありきのつじつま合わせであるとして, かなり批判的な意見が各方面から多く呈されている。その理由の主たるものは, 数字のリアリティーに疑義を呈するもので, とくに原子力稼働率と再エネ導入量を対象とした批判が多い。

ここでは, この 2030 年エネルギー需給見通しの数字に, どのような意味があつて, それをどう捉えるべきか? という点を考えてみよう。

このようなエネルギー需給見通しは, 以前は「長期エネルギー需給見通し」という名前で, エネルギー基本計画という明文化したエネルギー政策の策定が行われるかなり以前から(1960 年代から), やはり 3 年程度の間隔で(通常は 1 本. 場合によっては 2 本)作成されてきた。名前は「見通し」であるが, 実態は「エネルギー政策の数量的表現」すなわち「**エネルギー政策の青写真＝設計図(もしくは政策目標値)**」であつて, 当時のエネルギー政策に基づいた「あるべき絵姿」を表している。

歴史的には, 長期見通しの通りにエネルギー需給の実態が伴ったことはあまりなく, またその理由の分析等が後で公式に行われたこともほとんどない(図 9 には「当時の政策の意図」がよく現れている)。

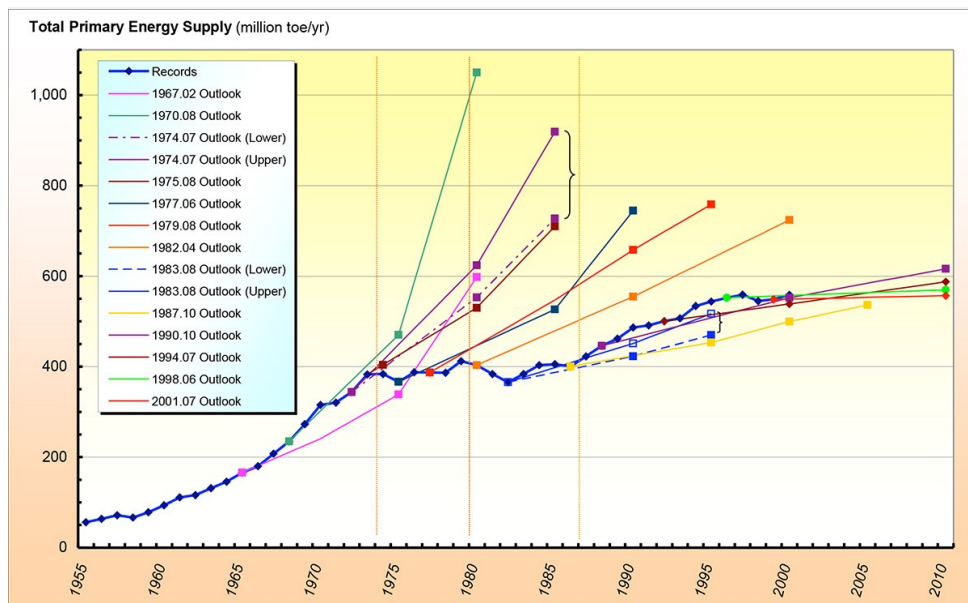


図 9: 一次エネルギー供給に関する 2001 年までの長期エネルギー需給見通しと実態

<sup>17</sup> この「見通し」は, エネ基の「関連資料」という位置づけで, パブコメの対象から除外されていたように思われる。ただ, この見通しの数字の方が, エネ基本体より雄弁かつ具体的にエネ基の特徴を物語っている。

この長期エネルギー需給見通し<sup>18</sup>は、従来は、ボトムアップ的な数字を積み上げて作成しそれを目標値とする(もしくは合わせる)という方法であったが、今回はその逆の方向で作成された。

その結果、マイナス26%→46%という全体目標強化のギャップの大きさ故に、各主要項目の数字は、どれもチャレンジングなもの<sup>19</sup>となっている。認識すべき点は、

エネルギー需給見通しの各項目の数字は、「こうなるべき」という政策の重点項目・期待項目(省エネ・太陽光・原子力・電化等)の内容を「表現」している

と言うことである。けっして、「こうなるであろうという予測(forecast)」や「シナリオ」ではない。

### 視点 A-3 発電事業を自由化した現時点における見通しの意味合いは？ [主として民間対象]

それでは、このような「見通し」(エネルギー政策の青写真)の意味合いはどこにあるのであろうか？

以前は、電力などの公益事業は、総括原価方式のもと、このエネルギー需給見通しに基づいた電源開発などを行ってきた。そのような「計画経済的部分」においては、「政策目標」としての意味合い(役割)があったが、現在では発電事業は自由化されているため、その意味はより限定的である。

いまなお**計画経済的部分**としては、

- 各種の促進施策(再エネ、各種省エネ、送電線増強、EV 等)、
- 保持政策(原子力。ただ原子力の取り扱いはエネ基の中で矛盾があるように見える)、
- 退出政策(低効率石炭火力)

などであり、それら数字の達成に向けての対策と軌道修正が図られる。

その他、たとえば(技術開発以外の点で)「原子力発電所新增設に関してエネ基は触れていない」、すなわち暗に原発新增設を行わないと示唆しているということは、今回のエネ基からのメッセージであると言える。明示的に書いていないと言う意味では「行間」を読む必要があるが、これには、世論、政府や与党内の慎重派と推進派への配慮がそこにはあると考えられる。

一方で、**計画経済的でなく市場依存度の高い部分**に関しては、

- 調整電源としての LNG 火力の稼働率、
- 粗鋼生産量、

<sup>18</sup> 今回の第6次エネ基の関連資料である2030年エネ需給見通しが、過去の長期エネルギー需給見通しと同一の位置づけであるかどうかは明確ではないが、ここではそうであると仮定して話を進める。「長期」の文字が外れたのは、2050年というタイムフレームが語られることが多くなったからと推察される。

なお、長期エネルギー需給見通しは、しばしば「エネルギーミックス」と称される。ただエネルギーミックスは普通名詞であり、過去実績や、(政策青写真でなく)単なる予測の数字を表すことも多いため、この用語の使い方は誤解を生みかねない。とくに英語に翻訳する場合、しばしば固有名詞と普通名詞の混同がみられる。

<sup>19</sup> リアリティを議論するなら、チャレンジ度合いを相対評価する必要があるが、ここではそれを行うことはしない(しばしば価値判断と客観的評価が混同される)。そのような評価のためには、コスト、導入スピード、促進策/政策の有無や実現可能性などを評価する必要がある。実際には、各種の外生となる前提条件の数字(経済成長率や粗鋼生産量、エチレン生産量など)も、リアリティに加え、(場合によっては各方面に配慮した)「政策の考え方」を表現している。

- エチレン生産量,
- 再エネの導入量,
- 電化の進展度合い,
- EV普及率

などであり、これらの自由経済で左右される数字は、エネルギー需給見通しの数字(いわば「期待」値)とは大きく異なってくる可能性があることを認識しておくべきであろう。ただ上述のように、再エネ、電化、EVなどは、促進策の奏功度合い(+軌道修正・強化)にも市場環境が大きく影響を受ける。

また、原発稼働率は安全検査の進捗その他に大きく依存し、これも比較的早期に見通しの数字との乖離が顕在化してくる可能性が高い。

#### 視点 A-4 追加施策による軌道修正の引き金としての意味 [主として政府対象]

この 2030 年見通しの数字は、温対計画の各対策の数字と紐付いていて、毎年、施策ごとに PDCA サイクルをまわして進捗をチェックするプロセスが導入されている。国際的にも、2 年ごとに隔年透明性報告書における進捗状況報告義務がある。そのレビューの結果、進捗が芳しくないと言われた施策や、部門、もしくは全体に関して、何らかの追加手段が講じられると想定される。<sup>20</sup> その施策の追加や強化のトリガーとして、見通しの数字の意味が出てくる。

上記の「市場依存度の高い部分」の中で、とくに CO<sub>2</sub> 排出量に影響を与えるものが、LNG 火力の発電電力量である。LNG 火力の発電電力量は、発電電力量構成の中で、37% (2019 年度実績) → 20% (2030 年見通し) と、ほぼ半減することが「期待」されている。しかしながら、再エネ導入 (18% → 36~38% と倍増想定) が期待通りに進まなかった分、原子力の稼働 (6% → 20~22% とほぼ全原発の稼働想定) が進まなかった分は、その主たる部分を LNG 火力 (そして一部は石炭火力) の発電電力量増加で埋めることになると想定され、それはその分 CO<sub>2</sub> 排出量増に繋がる。

##### 【プロポーザル A-4】

今回のエネ基では間に合わないが、(とくに市場経済に依存する形で) 見通しの数字が実現化できなかった場合、各要素の強化策や次期エネ基の「プラン B」も、本来はエネルギー基本計画に織り込んでおくべきであろう。そして、温対計画の毎年の進捗評価や次期エネ基において軌道修正できるようにすることが望ましく、小幅の軌道修正のトリガーやその方法を事前にマニュアル化してエネルギー基本計画もしくは地球温暖化対策計画で保証しておくことで、機動的に対応できる。脚注で例示したカーボンプライシングも、Plan B として入れておくこともできる。

そのためにも、長期見通しに示された数字の「位置づけ」に関して、(現在は「目安」とされているが) 共通理解のためのコミュニケーションと議論が重要となる。

<sup>20</sup> たとえば、経済産業省の「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等に関する研究会」の中間整理には、自主的な排出権取引制度「カーボンニュートラル・トップリーグ (仮称)」の構想が記されているが、「一方、企業の自主的な取組を尊重しつつ、国の削減目標との関係で産業界の取組の進捗が芳しくない場合は、政府によるプライシング導入も検討することができる枠組みとすることも検討する」との但し書きがある。 [https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/carbon\\_neutral\\_jitsugen/20210825\\_report.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_neutral_jitsugen/20210825_report.html) 参照。

### 視点 A-5 産業(+エネルギー転換)部門の努力の評価 [政府・民間対象]

現在, EU は炭素国境調整メカニズム(Carbon Boarder Adjustment Mechanism; CBAM)導入を計画している. これは, EU が, EU 域内企業に対し, 域外企業との競争の公平性を保障するための措置となることを企図している.

日本もかねてから(途上国企業との競争という点で)主張してきた点であるが, 現在逆に, 日本が EU から同じロジックでの非関税障壁を設けられかねないという懸念が生じている. 世界でもっとも省エネの努力とパフォーマンスの高い国である日本が...と日本人は思いがちであるが, EU の目から見ても<sup>21</sup>そうであろうか? EU 並みの努力を行っていると思わせるであろうか?という点を考えてみよう.

たとえば, 経済産業省の「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等に関する研究会」の中間整理<sup>20</sup>において, 報告書は下図をもとに, 日本の「エネルギー価格」が国際的に見て高い水準であることを主張している.

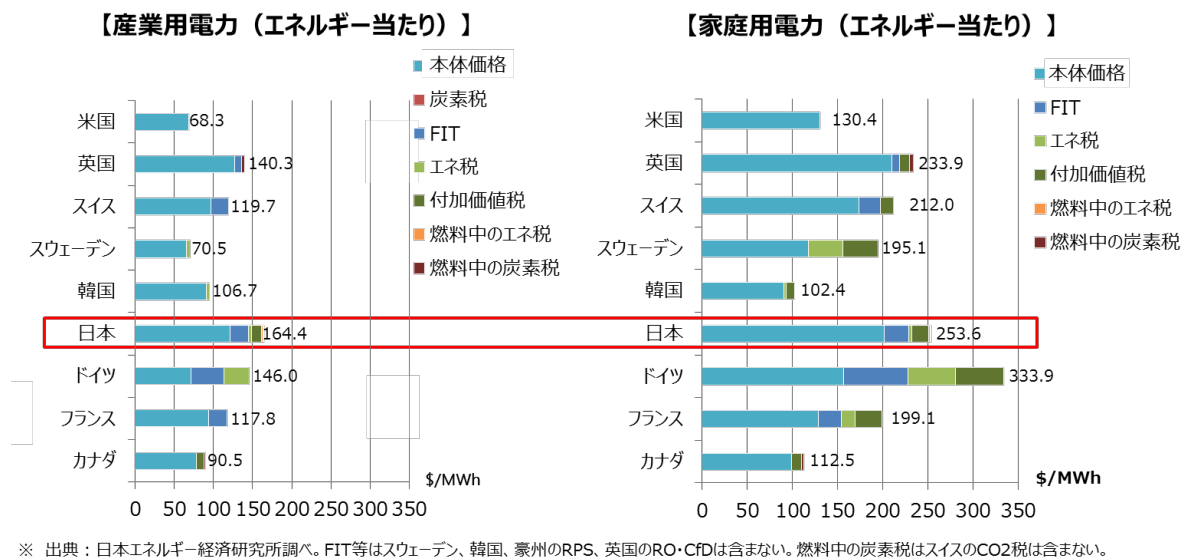


図 10: 日本のエネルギー価格の水準 (2019 年)

ただ, この図は, 「日本のエネルギー課税水準は EU 諸国並みかより低い」(逆に本体価格が高い)ということも示している. また, EU の産業界には, 日本が頑なに拒否してきた排出権取引制度の排出権価格が上乘せされる(排出権価格は, マイナス 55%へ目標も引き上げとともに, かつてない 60 ユーロ/tCO<sub>2</sub> を超えたレンジに突入している). EU は明示的なカーボンプライシングレベルをひとつの判断クライテリアとすると明言しており, EU より政策努力不足と思なされても不思議ではない.

また, 「長期戦略案」においては, 次の図 11 を根拠に, 「エネルギー多消費産業を中心にエネルギー

<sup>21</sup> 日経記事 (9/23) では, 「欧州委員会で環境政策を統括するフランス・ティメルマンズ上級副委員長は, EU が検討する環境規制の緩い国からの輸入品に事実上の関税をかける国境炭素調整措置 (CBAM) について, 日本が対象になることはほとんどあり得ないと語った。」とある. 少なくとも「国全体の排出削減目標水準」という点では, この判断は支持されると思われる. ただ, WTO ルール上も特惠国扱いはありえないため, すべての国に共通のルールが適用されることは間違いない.

効率は極めて高い」と結論づけている。これははなはだ不適切で、このグラフから読み取れるのは、「日本の製造業は1990年頃から30年間、エネルギー消費原単位は向上していない」という結論ではない。このグラフから日本の製造業のエネルギー効率の高さを主張することはできない。<sup>22</sup>

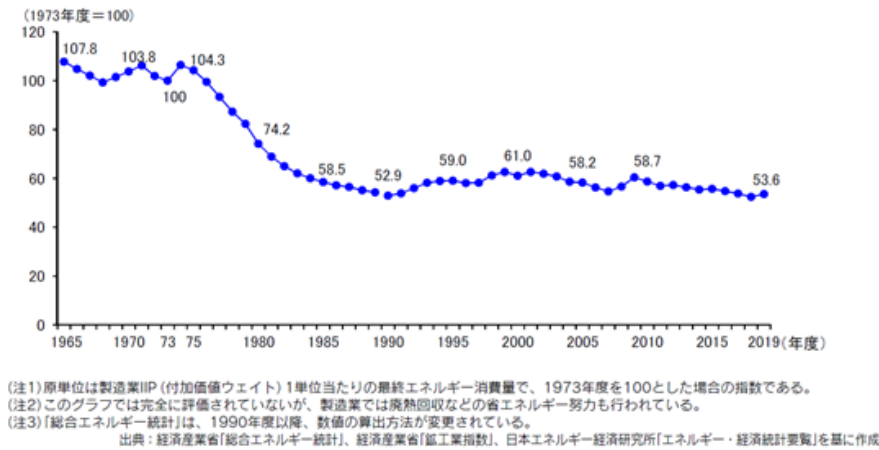


図 11: 日本の製造業のエネルギー消費原単位の推移

今回のエネ基に基づいて、EUの考え方と比較してみよう。図12は、産業+エネルギー転換部門が、全体の削減目標に比較して、どの程度の寄与(責任)を期待されているか?を表している。

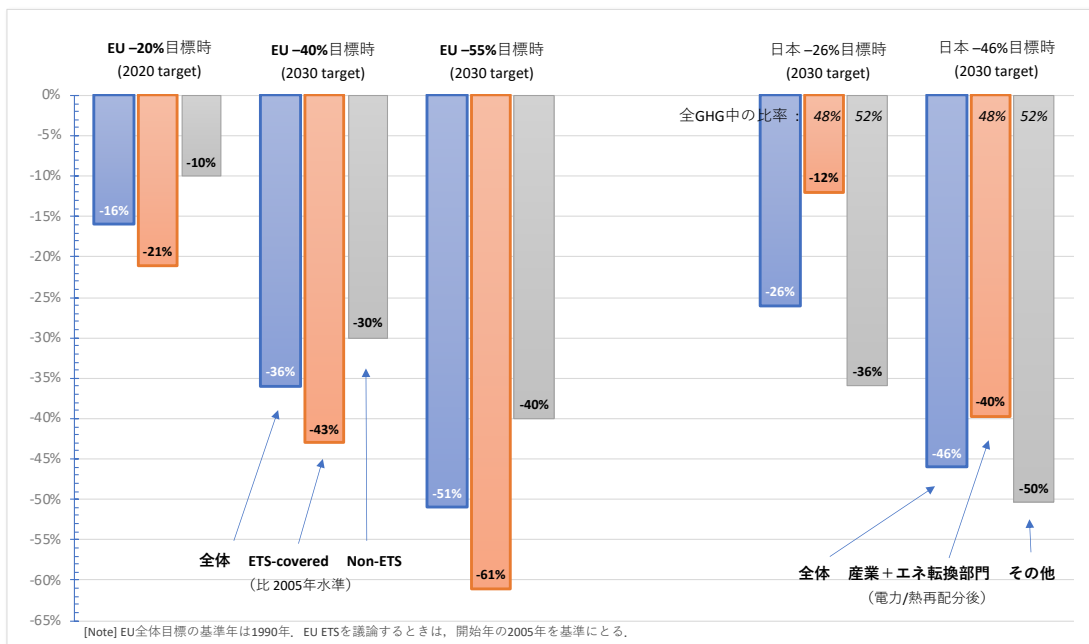


図 12: EUと日本の「産業+エネルギー転換部門」の排出削減目標全体との削減率比較

<sup>22</sup> ここでは、実際にエネルギー効率の絶対値がEUと比較して高いかどうかは、議論していない。ただ、政府内にこのような「日本でのみ通用する思い込み」があるという例として示した。なおこの図は、パブコメを受け、別の図(経済全体を対象としたGDPあたりのエネルギー消費量の国別比較図)に取り替えられた。



直近の目標の場合、EU は全体では 51%削減であるが、排出権取引制度でカバーされる ETS 部分（ほぼエネルギー転換+産業部門の直接排出量方式）には 61%の削減を担わせている（排出総枠=キャップは規制で厳密であるため、この部分の削減は「担保」できる）。一方で日本（電力・熱再配分方式）は、全体で 46%削減であるが、エネ転換+産業部門には、40%と、全体より小さな削減率しか期待していない（またその削減量は担保されていない）（部門別削減率は図2 参照）。マイナス26%目標時はその傾向がさらに大きくなっていった。実際は非産業用電力 CO<sub>2</sub>の扱いや、物理的原単位の絶対値の大小など、このような単純比較が難しいところがあるものの、かなり長期間、この対照的なスタンスが継続してきている。ここでは、この真逆の考え方の是非を議論することはしないが、EU から見れば、日本は産業（+エネルギー転換）部門を優遇していると判断される可能性はあるであろう。

欧州委員会は、「明示的なカーボンプライシングレベル」を実際上の指標のひとつにすることも示している<sup>23</sup>ため、「比較」を明示的にするためには、日本も EU ETS 排出権価格水準である 60 ユーロ/tCO<sub>2</sub> 相当の炭素税か、キャップアンドトレード排出権取引制度を導入し、その排出権市場価格が同程度であれば、同程度の努力がなされていることは明示的となる。

現実には、（脚注 21 のように）対途上国という点で、日本は共闘する EU 側として認識されている可能性は高い。また直ちに数多くの日本の製造業が影響を受けることはない。ただ、WTO ルールとの整合性から、どの国に対しても共通のルールが適用されるのは間違いないであろうから、特惠国待遇は期待できない。すなわち、他国と共通のものさし（それがどのようなものであっても）での判断に耐えることが必要とされる。現状のままなら、日本は「オーバーオールなカーボンプライシング以外」の（物理的な CO<sub>2</sub> 排出原単位などの）判断基準を、個々の製品（群）で基準を満たすことを実証する必要が出てくると思われる。制度導入当初の素材系製品の次のステージになった時点では、これは非常に面倒でコストを要することとなる（さらに間接排出量も対象となる可能性もある）。

EU は、従来から自国の域内ルールを事実上ワールドスタンダードとする戦術に非常に長けている（タクソミーもその一つ）。関税関係の国際交渉も、域内で歴史的に非常に豊富な経験値を持つ。日本は、彼らの提案（黒船）に受動的に対応していくというより、より積極的に戦略的な視点とアクションを行うことが望まれる。

## 2.B. 2050 年炭素中立に挑むアプローチ方法

### 視点 B-1 複数シナリオ分析の作り方や使い方の方法論の必要性 [主として政府対象]

菅総理の炭素中立宣言を受け、基本政策分科会においては、昨年末から約半年間、何度となく 2050 年炭素中立に向けたエネルギーシステムのあり方、またそのためのシナリオ分析に関して議論がなされた。

結果として、新しいエネ基においては、ほぼ 30 年後にあたる 2050 年に炭素中立に至るためには、

<sup>23</sup> “By ensuring importers pay the same carbon price as domestic producers under the EU ETS, CBAM will ensure equal treatment for products made in the EU and imports from elsewhere and avoid carbon leakage.” “CBAM: Questions and Answers”: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_21\\_3661](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661). 別の欧州委員会担当者のインタビューで、このカーボンプライスは「明示的なもの」を意図していることが明かされている。



(2030年エネルギー需給見通しのように)特定のシナリオを2050年目標のエネルギー需給の唯一の絵姿<sup>24</sup>として示すのではなく、複数のシナリオをベースに検討を進めていくことの重要性をうたっている。このアプローチは、現時点ではまだ不確実性が高い30年後へのアプローチ方法を検討するにあたって、合理性がある。

ただ、基本政策分科会で最後に供された「比較表」<sup>25</sup>をどう読むべきか?という肝心な議論は行われなく、差異の存在を認識するだけに終わった。

また、エネ基には、(あるマイルストーン時期に)どのようにその複数シナリオを作成し、どのように試算し、どう比較し、どうシナリオ間の選択を行い、また軌道修正を行っていくか?という「今後の政策策定へのシナリオ分析利用にあたっての方法論」は示されていない。おそらくこのままでは、その都度、場当たり的に複数シナリオが(あるモデルで)作成され、過去のレッスンを活かされることなく、基本政策分科会で諮られることになることが危惧される。かなり主観的なバイアスがかかってくることも容易に想像できる。

#### 【プロポーザル B-1】

(将来追加/変更する可能性があるにせよ)、客観性のある分析のベースを(時間を掛けてでも)あらかじめ用意しておく<sup>26</sup>という意味で、事前に「シナリオの作り方と分析の使い方の方法論」を検討・作成しておくことが有効である。

この方法論の中には、たとえば次のような「視点」を組み込むことが望まれる:

- (a) まず複数の将来社会のイメージを「言葉で」いくつか表現する(たとえばデジタル化, 地方分散型, ...). そして, そのうちの主要なイメージの組み合わせのストーリーラインに関して, 複数のシナリオ<sup>27</sup>を定量化する.
- (b) 定量化にあたっては, 複数のモデル<sup>28</sup>を用いたメタ分析を行う. 注意すべきは,
  - 「幹」の部分であるエネルギー構造に関するモデル部分(全体の CO<sub>2</sub> 排出量を試算する. モデルによる差異も大きい), と
  - 主要施策ごとの「モジュール」のモデル化(たとえば EV 大量導入時にその電池を電力系

<sup>24</sup> 基本政策分科会における 2050 年のエネルギー需給構造の議論(とくに電源構成部分)においては、「参考値」ケース(「参照値(レファレンス)」ではないことに注意)としてのシミュレーション結果も示されたが、複数モデルのシナリオ分析比較も議論され、最終的に具体的な需給見通しがエネ基に示されることはなかった。

<sup>25</sup> [https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/045/045\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/045/045_004.pdf)

<sup>26</sup> 必要になってから「泥縄式」に検討して用意をすることは、あまり賢い方法とは思えない。(震災や COVID-19 の例を持ち出すまでもなく) 一種のマニュアル化しておくことで(修正は可能)、タイムリーかつ確かな対応と経験の蓄積が可能となる。これは 2030 年の需給見通しの Plan B のマニュアル化と通じるところがある。

<sup>27</sup> たとえば、英国のような第三次産業に特化した社会とするのか、あるいは製造業をかなり維持するのかは、社会像としてのストーリーラインが異なる。加えて、どちらのストーリーラインにおいても、(1)再エネ主体のエネルギー供給と(2)化石燃料+CCSも重視したエネルギー供給 というような複数のシナリオオプションがありうる。

<sup>28</sup> モデル結果の比較プロジェクトの結果によると、シナリオ間の差異よりも、モデル間の差異の方が大きいことが多い。計算ツールとしての「モデル」と、そこで計算する対象の「シナリオ」とは、明確に区別する必要がある。これを混同すると、的確な分析ができない。

統安定化にも用いる場合の効果)

を峻別し、とくに後者の精緻化をはかることで、各施策の効果を定量的に把握することができる。有効な施策の効果を推計するためには、後者が重要となる。

- (c) 「予測」を目的とするより、「施策の可能性の追求」や「その分析」のためのツールとして捉える。そして、その分析は次のステップのモデル分析に組み込まれる形で、反復的に理解を深化させる。これはとくに(b)のモジュール部分に関連する。
- (d) 前提条件としてのパラメタの数値や想定している対策、外的状況などを明示する。しばしばみられるケースとして、あたかもアウトプットとして示された数字が、実はほぼ全面的に前提(仮定)の数字に依存して決まるケースがある。視点 A-1 や補遺で述べた要因分析によるオーバーオールな特徴の抽出も望まれる。加えて、主要な前提の数字に関しては、感度分析の結果を示す。
- (e) シナリオに含まれない想定外の状況の大きな変化が起きた(パラメタの大幅修正等で表現される)場合の可能性のイメージも定量化する。たとえば COVID-19 や、原発事故などのような事象に相当する(この2つは、ほぼ10年の間隔で起きたことは認識しておくべきであろう)。
- (f) ロバストな結果(少々前提等が異なってもかなり確実に言えること)や、主要結果を導く因果関係を明示する。それによって、試算の結果の「理解」が深まる。
- (g) 「結果の差異の解釈」を、丁寧に説明し、(分析の目的や限界なども明示しながら)誤解がないようにきちんと行う。
- (h) コスト最小化以外の視点(各種便益(雇用、経済成長、新ビジネス等)、各種リスク、エネルギー自給への影響等)に関するインプリケーションも示す。
- (i) 客観的分析の「外」の要素として、主観的「価値判断」がどの部分を対象とするのかを明示する。本来様々な価値観として表される「主観」的選好や価値観が、「客観の衣」を巧みに被っていることがある。
- (j) 結果の解釈の説明(試算結果をどう読むべきか? およびどう読んではならないか?)を十分に行う。複数の視点からの解釈も併記する。これはもつとも重要な点であるにもかかわらず、(アウトプットの数字を出すところで時間が尽きて)しばしば軽視される傾向にあり、各種のミスリードの源泉となる。
- (k) 進捗評価の結果を受けて、どのような要素をネクストステップとして検討すべきか? のオプション考察。実際は、おそらく(日本全体の数字も含めて)期待したように進捗しない部分が多々出てくるであろう。それに応じて軌道修正が必要となるが、そのためにどのような分析を行うことが有効であろうかを事前に検討しておく(視点 B-2 への橋渡し)。

## 視点 B-2 各シナリオの前提に関するリスクの視点をどうヘッジするか [政府・民間対象]

将来のシナリオに基づいて行動を起こす上で、そのシナリオの「前提」が崩れると、シナリオそのものが大きく瓦解し、CO<sub>2</sub>削減効果のみならず、それまでの投資が無駄になることもありうる。そのようなリスクを、政府も民間企業も、きちんと同定・把握・評価し、ヘッジすることを考えておくべきであろう。

大きなリスクの源泉となりかねない そのような「キーとしてきた前提」が崩れる例としては、たとえば次のようなものがありうる:

- (1) 再エネの国内発電コスト<sup>29</sup>(系統統合コスト<sup>30</sup>を加味しても)が、炭素回収貯留(CCS; Carbon Capture and Storage)付き火力の発電コストよりかなり低くなる(← 海外での再エネコストより国内再エネコストがかなり高いことが見通し試算の前提になっていたり、再エネの系統統合コストが、将来の技術進歩下においてもかなり高いという試算がある)。
- (2) 海外から(国内再エネから製造するより)安価で大量のカーボンニュートラル水素もしくは水素キャリア燃料が調達できない(← たとえば基本政策分科会の「参考値」シナリオでは、日本が大量で安価な水素やアンモニア燃料を調達できることが前提になっている)。
- (3) 燃料価格よりも電力価格の方が低くなり、電化の進展とともに CO<sub>2</sub> フリー燃料の需要が落ち込む(← エネ基は、同じエネルギー量あたりで 燃料価格<電力価格 を疑っていない)。
- (4) 国内で CCS の貯留適地がかなり限定的である。さらには海外で CO<sub>2</sub> 貯留ができないことが判明する(← 化石燃料発電は CCS が使えなければ準カーボンフリー電源にはならない)。
- (5) 炭素回収利用(CCU; Carbon Capture and Utilization)による合成燃料の CO<sub>2</sub> 削減効果がほとんどないことが明らかになる(← CCU が CCS と同等の CO<sub>2</sub> 削減効果をもたらすと認識している人が多い)。
- (6) EV が消費者によって強く選好され、2035 年頃にはすでに自家用乗用車の大半を占めるようになる(← 規制がなければ内燃機関車が選択され続けるという見方がある)。
- (7) EU の炭素国境調整メカニズムが日本にも適用される(← 日本は国内エネルギー価格が高く、また十分な排出削減努力を行っていると自負している)。

これらは、相互に関係する要素もある。また、これらから二次的に影響するものも大きい(たとえば (2) や (3) は、日本で期待されている水素発電やアンモニア発電の意味をなくしてしまう)。

これらの「前提が大きく崩れる例」には、たとえば次のような(可能性を排除すべきでない)「根拠」を示すこともできる:

- (1) 発電コストとして、再エネコストの低下傾向は大きく、海外では再エネコストが火力発電を下回っている。日本でも固有の高コスト要因を減らす努力は続けられている。回転系以外の電力系統運用安定化技術も日進月歩である。
- (2) 国際的にグリーン水素の需要が多く、海外でもグリーン水素が不足している状態が継続(現状では再エネは電力用でグリーン水素の供給なし)。将来も潤沢な市場にならない可能性も高い(量の側面)。

「海外低コスト再エネ(あるいは化石燃料分解+CCS)→水素製造→輸送形態に変換→日本に輸送」というルートよりも、「国内再エネ→水素製造」の方が低コストになる可能性(コストの側面)。

<sup>29</sup> 2030 年発電コストの最新の試算は、発電コスト検証ワーキンググループが各電源タイプの新設のモデルプラントを想定して行って、試算ツールや前提としたパラメータの値の提供も含めて、かなり透明性の高い情報提供がなされている ([https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/#cost\\_wg](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/#cost_wg))。なお、2050 年の発電コスト試算は行われていないことに留意すべきである(低コスト化トレンドの大きな再エネのコスト低下なども期待できる)。CO<sub>2</sub> 価格は、USD 40-87/tCO<sub>2</sub> を想定(2030 年)。

<sup>30</sup> ある電源の電力系統への統合コストは、系統安定化技術や送配電線の状況に加え、制度設計にも依存する。また、再エネが、発電コストは低いものの系統統合コストが高いとなった場合には、火力がマージナルな電源としての役割を果たすことが望ましいことを意味している。

- (3) 「国内再エネ→水素製造→アンモニアや合成燃料合成」の場合、電力価格<水素価格<合成燃料やアンモニア価格 となる。<sup>31</sup> 余剰電力価格も大幅に電力価格から乖離するとは考えにくい。利便性や制御可能性に関しては、燃料は電気にとうてい及ばない。
- (4) 国内 CCS 適地とみられるところは、発電所から遠く離れているため、国内で船舶輸送が必要となる。また環境アセスや無漏洩検証をタイムリーに行うことは不確実性が高い。海外での貯留は、廃棄物輸出として社会問題になる可能性があり、また輸送コストも高い。
- (5) CCUでCO<sub>2</sub>を固定するタイプ(建材利用等)は事実上CCSと同等のCO<sub>2</sub>削減策であるが、CO<sub>2</sub>を排出するタイプ(合成燃料等)は、その中のH分の源が炭素中立で製造された水素でない限り、CO<sub>2</sub>削減効果はかなり限定的となるか、もしくはなくなる<sup>32</sup>(化石燃料由来の場合H分抽出時に不要となったC分が大気放出される。例:天然ガス由来Hを使ったメタネーションに意味はない)。ベースラインでは、CCUで用いられるCO<sub>2</sub>はそのまま大気放出であるが、一方で合成燃料の需要は化石燃料で充当されることになりCO<sub>2</sub>排出となる(この認識がないようである)。図13の(a),(b),(e)はロスを無視した化学量論的には同じ大きさとなる。

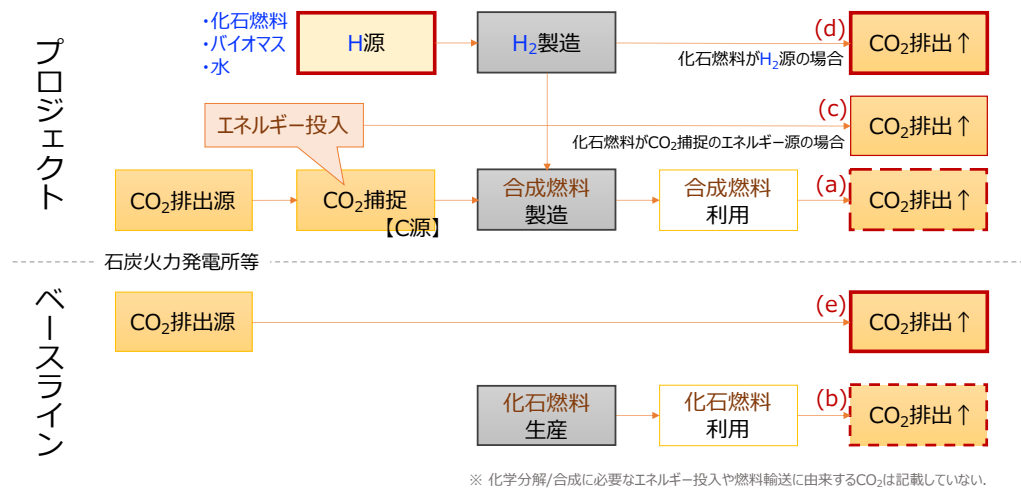


図 13: 合成燃料 CCU 製造・消費プロジェクトとその比較すべきベースライン

合成燃料のボディーとなるC成分は、化石燃料分解由来では合成燃料製造の意味がない。バイオマス由来であればその分のCO<sub>2</sub>削減となるが、その場合には通常のバイオディーゼルやバイオエタノールとの競合となる。現状で合成燃料製造コストはかなり高い。

- (6) 自動車の未来像を示すCASE (connected/autonomous/shared/electric)に対する親和性だけでなく、多機能やソフト更新などのスマホ化、エネルギーコストの圧倒的低下、低速トルクの大きさや細かな制御などの乗り心地や安全性、ガソリンスタンドに行く必要がない利便性、電力系統安定化寄与による資産運用、災害時における非常用電源などの点から、EU政策案(2035年に内燃機関車を販売できなくなる)のような規制がなくとも、(電池価格がある程

<sup>31</sup> <https://energy-shift.com/news/247f1c74-bf97-420a-a7bf-d33c614eb7cf> 参照。

<sup>32</sup> <https://energy-shift.com/news/822d9005-d9e2-499a-b6a6-3ca9bd3fc332> 参照。

度下がって、チャージング可能場所が増えれば)消費者の選好がEVに大きくシフトする十分な理由がある。過去、魅力的な電化製品は、10年程度で5%→90%程度の普及速度を持つという統計がある。

- (7) 日本はエネルギー価格は比較的高いが、エネルギー税率(暗示的なカーボンプライシング)も比較的低い。産業部門の削減率が低い(前述)。

これらは単純ではなく、カーボンニュートラルを実現した世界だけでなく、そこに至るトランジション・ステージにおける暫定的な利用という側面もある。たとえば水素供給という面で、現状では欧州でも再エネ不足の状態、再エネからのグリーン水素製造はほとんど行われていない。ただ戦略的需要創出という点から、暫定的に天然ガスや石炭系を分解した水素を使うということを行うこともできる(可能なら、分解後の炭素をCCSで貯留すればカーボンニュートラル水素とできる)<sup>33</sup>。日本の2030年の電源シェアの1%を占めるとされる水素・アンモニア発電が、どのようなオリジンの水素(由来燃料)を、どの国からの輸入を想定しているのか、現時点では不透明である(国内製造は想定されていないようである)。

もちろん、これらには、マイナス面だけでなく、プラスの面もある。あるいは、適切に軌道修正やリスク管理を行うことで、マイナスをプラスに転ずることも可能であろう。

また、利用技術への期待度に関して、「保守性」と「革新性」という視点で政府政策を検討してみることで、新しい視座が得られる(表2)。

日本政府は、既存インフラの活用に積極的という点では保守的であるが、燃料利用に関しては未成熟技術に大きく期待している。逆に商用化されている(あるいはされつつある)新技術への期待は限定的に見える。電化シフトに関しても、あまり進まない(既存インフラ利用)という保守的な見方のようなのである。このスタンスが適切とは言えない状況となる可能性も、想定しておく必要がある。

技術のアプリケーション		日本政府の現在のスタンス	別のスタンス
既存インフラの活用 (火力発電, 工場熱利用, ...)		利用にかなり積極的 (従来技術の応用)	新技術にリプレースを重視
燃料 ・ 利用	商用化新技術 (VRE, EV, 電池, ...)	普及に保守的	積極的活用・拡大を目指す
	未成熟技術 (水素, CCUS, ...)	非常に大きな期待	まずは商用化された技術を普及
燃料利用から電化へのシフト		限定的	大きくシフトを想定

表2: 技術に関する考え方の差異

<sup>33</sup> ただしライフサイクルで分析した場合、天然ガスからCCS付きで製造した水素であっても、天然ガスの生産過程におけるメタン漏出やCCSのエネルギー源として天然ガスを追加的に使うため、GHG排出量は天然ガスや石炭を直接燃焼させた場合よりも多く、CCS付きでない水素ともほぼ同程度となることが指摘されている。Howarth and Jacobson (2021), “How green is blue hydrogen?” MODELLING AND ANALYSIS 参照。



## 【プロポーザル B-2】

政府としても、民間企業としても、リスクヘッジとして、「思惑(Plan A)通り」に行かない可能性を想定し、Plan B や C を用意し、タイムリーに主軌道の再構築を行う準備を行っておくことが重要となる。

そのためにも、「何(指標とそのレベル)を大幅な方針転換のトリガーとするか？」という意思決定の方法を、事前に考えておくことも重要であろう。

## 2.C. その他の視点

## 視点 C-1 独立評価機関によるレビューメカニズム [主として政府対象]

エネ基では、2050年炭素中立を目指すにあたって、再エネを「主力電源として最優先」とする原則の下、最大限の導入を図るとしつつ、他の電源や技術についても排除することなく、「あらゆる選択肢を追求する」という総花的な記述となっている。具体的には、太陽光発電や風力発電といった再エネに加え、宇宙太陽光発電システム、次世代型を含む原子力発電、水素・アンモニア発電、CCS などである。これは、どの電源も課題を抱え、技術の進展や技術間競争についての不確実性がある中、特定の電源や技術に決め打ちしない、という考え方を反映している。そして、この考え方に立ち、前述のように、2050年炭素中立の達成に向けた道筋(シナリオ)を複数描くことの重要性を指摘し、あらゆる選択肢を追求していくとしている。

しかし、机上に多くの選択肢があるとしても、今後30年程度で、エネルギー、経済さらには社会システムの大転換が必要であることを考慮すると、早期の商用化、大規模導入・普及の可能性が低い技術のイノベーションに賭けている時間的余裕はない。最新の技術動向を把握しつつ、選択肢の相対的な重みづけを行っていく必要がある。そうした作業を行う場として期待されたのが、第5次エネルギー基本計画で構想された「科学的レビューメカニズム」である。しかし、今回の第6次エネルギー基本計画を策定する上では、この科学的レビューメカニズムは創設されず、科学的レビューメカニズム自体も今回のエネ基では言及されていない。パブコメへの回答<sup>34</sup>によると、とくにこのようなメカニズムの創設は、現状ではまだ時期尚早であり、(その精神は活かしつつ)既存の検討方法の中で対応し

<sup>34</sup> 「科学的レビューメカニズム」は、将来の不確実性に対処するためのエネルギーに関する技術動向把握の取組全体を総称するものとして、第五次エネルギー基本計画で記載させていただいておりました。第六次エネルギー基本計画に向けた議論の中では、この要素を取り入れ、2050年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析を実施いたしました。

一方、2050年カーボンニュートラルに向けては各種研究機関での検討・研究が開始されたところであり、一つのレビューメカニズムを構築することは未だ困難であるため、今回は、脱炭素エネルギーシステム間のコスト検証を中心に複数の研究機関より発表いただいたところです。

こうした観点から、第六次エネルギー基本計画では「科学的レビューメカニズム」という単語は使用しておりませんが、4(2)に「2050年という長期展望については、技術革新等の可能性と不確実性、情勢変化の不透明性が伴い、蓋然性をもった予測が困難であることから、野心的な目標を掲げつつ、常に最新の情報に基づき重点を決めていく複線的なシナリオによるアプローチとすることが適当である。そのため、こうした技術動向や情勢の変化を定期的に把握・検証し、透明な仕組み・手続の下、評価・検討していくことが重要」と記載させていただいております。



ていくということのようである。

ただ、エネ基に記述されている技術の商用化、大規模普及が、30 年間という時間軸に合っているのかの吟味を行っていくことはすでに不可欠であり、取捨選択を含めた各技術や対策へのウェイト付けに関する軌道修正が必要となる。

一般に、政策を策定するプロセスの中で、同時にそのレビューも行っていくということは、透明性の面や、方向転換が難しい、などの点から、問題を含んでいると言えるだろう。その意味でも、(エネルギー以外の視点も加えた)独立機関創設の検討が望まれる。

#### 【プロポーザル C-1】

「科学的レビューメカニズム」のような諮問するプロセスを設置し、それを中立的な**第三者独立評価機関**によるものとする<sup>35</sup>ことで、オープンな形で(各種情報をオープンにして)評価が行われることを、提案したい。

このレビューメカニズムは、前述の

- 2030 年までのタイムフレームの視点 A-3「**小幅の軌道修正のトリガーやその方法を事前にマニュアル化**」や、
- 2050 年までの視点 B-2「**何(指標とそのレベル)を大幅な方針転換のトリガーとするか?**」  
という意思決定の方法を、事前に考えておくこと

の双方において、キーとなる役割を果たすことができる。なお、2050 年のタイムフレームの場合、視点 B-2 で例示したようなかなり抜本的な方針転換を想定している。

また、より具体的に、本論考で主張してきたような

- 政策努力を明示する KPIs として「エネルギー原単位」と「CO<sub>2</sub> 排出原単位」に関する目標設定に照らして、政策のパフォーマンスを把握・評価すること;
- 複数シナリオ分析の作り方や使い方<sup>36</sup>の方法論を検討し、軌道修正・方向転換のトリガーや方法(考慮すべきリスクの把握・評価やヘッジの方策を含む)を用意すること;
- グローバルな対策強化の方向とそこにおける日本の「責任」に関わる「カーボンバジェット」について分析・評価すること(視点 C-2)

などの点に関する役割をアサインすることも有益であると考えられる。

レビューを行うだけでなく、代替案を政府に提言することは重要であるが、それらが直ちに採用されるかどうかは不明である。しかしその場合でも、科学的レビューメカニズムにおいて、先行的にモニター、分析・評価し、その結果に基づいて政府に提言することにより、提言のインパクトを強化することは期待できる。

どのような機能を持たせることが、日本の気候政策実施において有効か? という点の議論が行われることを期待したい。日本の仕組みを考えた場合、カーボンプライシング<sup>35</sup>などの新しい政策措置の導入や今後の省庁の再編の可能性なども考えた場合、どのような役割や権限を持たせることが望まし

<sup>35</sup> 炭素税率や Cap-and-Trade ETS (排出権取引制度) のキャップ水準の設定あるいはその方法論作成などの「権限」を持たせる方法もある。

いかは、別途議論が必要である。

この科学的レビューメカニズムのデザインにあたっては、必要に応じて、他国の独立諮問機関(表 3)を参考とすることもできる:

国名	機関名	主な役割	根拠法
英国	気候変動委員会 (Climate Change Committee)	2050年カーボンニュートラルに向けた5年毎の国のカーボンバジェット案を提出	気候変動法 (2008年)
フランス	気候高等評議会 (High Council for Climate)	2050年のカーボンニュートラルに向けた5年毎の国のカーボンバジェットへの意見提供	エネルギーと気候に関する法 (2019年)
ドイツ	気候問題専門家評議会 (Expert Council for Climate Issues)	年ごとの排出枠への意見提供、気候保護計画の更新、さらなる気候保護プログラムの策定	気候保護法 (2019年)
カナダ	ネットゼロ諮問委員会 (Net-Zero Advisory Body)	2050年ネットゼロシナリオ、ロードマップ、経路、短期的行動等への助言	ネットゼロ説明責任法 (審議中)

表 3: 諸外国における炭素中立に向けた独立諮問機関の例

## 視点 C-2 グローバルな 1.5°C 目標における日本の責任の認識 [政府と民間対象]

日本政府は、日米首脳会談およびコンウォール G7 サミット共同声明の中で、気温上昇を 1.5°C までに制限する努力を行うことを明確にした。そして、G7 として GHG 排出量をなるべく早期に、おそくとも 2050 年までにネットゼロとすることに合意し、他の国々にも同様の取り組みに約束するよう呼びかけている。

日本の 2050 年炭素中立達成(およびそれにつながる 2030 年 46%削減目標)は、世界が同じ程度のペースで削減を続けるなら、おおむね世界気温上昇平均を 1.5°C 上昇で抑えることと整合的である。一方で、すでにカーボンニュートラルを宣言している国々は途上国にも広がってきている<sup>36</sup>ものの、先進国と同じように(まず排出量がピークを迎え、続いて)長期的な削減トレンドに移行する目算がたっている国は少なく、またそのような宣言をしていない国々も多い。すなわち、地球全体で 1.5°C 上昇を抑えることを目的とするなら、先進国は、より厳しいペースでの削減が必要となる。

このことは、2021 年 7 月に開催された G20 エネルギー・気候合同大臣会合において 2050 年ネットゼロ達成が合意されなかったことにも関連する。<sup>37</sup> つまり、インドの声明文<sup>38</sup>にあるように、残余のカーボンバジェット(排出できる CO<sub>2</sub> 総量)が急速に減少する中、人口も多く、経済成長を遂げる必要があ

<sup>36</sup> <https://eciu.net/netzerotracker> 参照。

<sup>37</sup> より詳しくは、高橋健太郎、津久井あきび、服部友彦、田村堅太郎、『2021 年 G20 エネルギー・気候合同大臣会合の結果』IGES ブリーフィングノート <https://www.iges.or.jp/en/pub/g20-climate-energy-meeting/ja> 参照。

<sup>38</sup> <https://www.g20.org/wp-content/uploads/2021/07/Presidency-Statement.pdf> 参照。

る途上国の観点からは、先進国の 2050 年カーボンニュートラル達成だけでは不十分であるということになる。

この点に関する日本としての正式なスタンスは、新しい NDC の「パリ協定の気温目標達成に関する日本の NDC の貢献」を説明した部分にみられる：

我が国の強化された NDC は、世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも摂氏 2 度高い水準を十分に下回るものに抑えること並びに世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも摂氏 1.5 度高い水準までのものに制限するための努力を継続するとしてパリ協定第 2 条第 1 項(a)の気温目標と整合的である。

また、この NDC は 2050 年カーボンニュートラルと整合的であり、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成するために、世界全体の温室効果ガスの排出量ができる限り速やかにピークに達すること、及びその後は利用可能な最良の科学に基づいて迅速な削減に取り組むことを目的とするとしてパリ協定第 4 条第 1 項の内容に貢献する。

すなわち、途上国との関係性において日本の「責任範囲」ということは明示されていないが、今回の新しい目標は十分日本としての責任を果たした水準であると認識していることを意味している。

ちなみに、2030 年目標を表した米国 NDC (2005 年比マイナス 50–52%)、EU NDC (1990 年比マイナス 55%) も、類似の認識やスタンスとなっている。どの国も、精一杯背伸びした目標水準をコミットしてきているということでもあろう。

表 1 に示すように、今年からのパリ協定の最初の 5 年間に引き続き、2026–2030 年には 2 番目の 5 年期がはじまり、新しい NDC の作成提出が求められる。目標を緩めることは認められず、強化することが期待されている。少なくとも目標のタイムフレームは 2035 年に延ばされるであろう。

つい先日 (2021 年 10 月 25 日)、COP 26 に先立ち、ひととおり揃った世界各国の改定版 (116 カ国が改定) を含む NDCs を分析した統合報告書 (改訂版) が、UNFCCC 事務局から発表された。<sup>39</sup> そこでは、パリ協定のゴールに向かう「前進」は認めつつも、その度合いが不十分であることが示された (図 14)：

全締約国 192 カ国の NDC をまとめると、2030 年の世界の GHG 排出量は、2010 年に比べて約 16% と大幅に増加することになる。IPCC の最新の知見によると、このような増加は、直ちに行動を起こさない限り、今世紀末までに約 2.7°C の気温上昇をもたらす可能性があるとして示されている。<sup>40</sup>

一方で、また

新規または更新された NDC を提出した 143 の締約国グループでは、2030 年までに温室効果ガスの総排出量が 2010 年比で約 9% 減少すると推定される。さらにこのグループの中では、約 71 締約国が今世紀半ば頃にカーボンニュートラルの目標を伝えている。報告書では、これらの締約国の GHG

<sup>39</sup> FCCC/PA/CMA/2021/8/Rev.1. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021\\_08rev01\\_adv.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08rev01_adv.pdf).

<sup>40</sup> <https://unfccc.int/news/updated-ndc-synthesis-report-worrying-trends-confirmed>.

総排出量は、2050年には2019年と比べて83–88%減少する可能性がある。<sup>40</sup>

とも伝えている。<sup>41</sup>

気温上昇ゴールや炭素中立に向けた排出パスに乗っているかどうかの議論は、2023年に終わることになっている第1回グローバルストックテイクで、まとめて検討される(目標水準だけでなく、排出トレンド(≒行動の進捗)も評価対象となる)。当然、NDC目標は1.5°Cはおろか2°Cゴールに対しても「オフトラック」という評価となって、各国はさらなる努力が求められるようになる。

また各国のNDC目標達成に向けての進捗の詳細は、2014年末が提出期限の、個々の国の第一回隔年更新報告書において、いやおうなしに自国の進捗状況を認識せざるを得ない状況になる。

日本は、このような国際的状況にも目を向けて、自国の責任や役割という点も考え、表明していく必要がある。

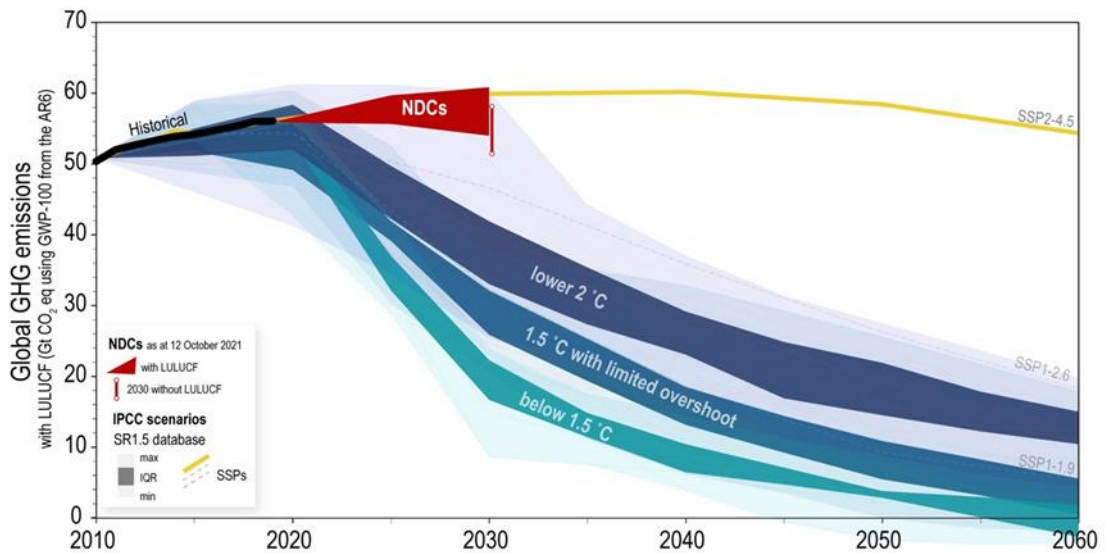


図 14: IPCC 1.5°C 特別報告書のシナリオと NDC 目標総和との比較<sup>39</sup>

<sup>41</sup> 2021年9月17日発表の統合報告書でも、世界全体で2030年に2019年比で16%増と伝えていた。両報告書の詳細を見ていると、+16.3% (旧) → +15.9% (新) であった。この期間に改定NDC提出した国(主として日本)の目標更新の寄与は、-0.4%分ということになる。日本のCO<sub>2</sub>排出量は世界全体の約3%であるため、目標を20%強化した分は世界全体排出量比では0.6%となりおおむね合っている。日本として、単に排出量の比率だけでない一種の触媒機能としての「役割や責任」のメッセージを世界に発信したいものである。

### 3. おわりに

本論考は、日本の新しい 2030 年マイナス 46%目標や 2050 年炭素中立達成に向けての、そのベースとなる第 6 次エネルギー基本計画と 2030 年エネルギー需給見通しを中心に、

#### 第 6 次エネ基をどう理解し、どう捉え、どう前進するか？

という点を、いくつかの視点から考えてみた。数値の是非はあえて論ずることなく、さまざまな疑問や問題意識をベースに多面的な分析とプロポーザルを行った。

まずは、その背景を、気候変動に関する「1.1 節：国内の政府における各種の取組」、「1.2 節：国内外のダイナミズム」という点から説明を行った。

続いて、2030 年マイナス 46%目標に関して、「視点 A-1: 要因分析による数量的な全体像把握」、「視点 A-2: 2030 年エネルギー需給見通しとは何か?」、「視点 A-3: 発電事業を自由化した現時点における見通しの意味合いは?」、「視点 A-4: 追加施策による軌道修正のトリガーとしての意味」、「視点 A-5: 産業界の努力の評価」という 5 つの異なった視点から論じた。

その後、2050 年炭素中立に向けてのアプローチに関しては、「視点 B-1: 複数シナリオ分析の作り方や使い方の方法論の必要性」、「視点 B-2: 各シナリオの前提に関するリスクの視点をどうヘッジするか」の 2 つの関連する視点を、具体的な内容も加えて論じた。

さいごにその他の視点として、「視点 C-1: 独立評価機関によるレビューメカニズム」、「視点 C-2: グローバルな 1.5°C 目標における日本の責任の認識」の 2 つの視点を論じた。

まず、提案したいものは

#### 全体的な政策キーパフォーマンス評価指標の目標設定と PDCA サイクル化

である。すでに日本は温対計画の下で、各政策アクションの PDCA サイクルを回している。ただ、2013 年以降、全体で見ると、GDP が思ったほど成長しなかったことが、政策措置のパフォーマンスが十分でなかったことを覆い隠している。視点 A-1 では、政策努力を明示する KPIs として、「エネルギー原単位」と「CO<sub>2</sub> 排出原単位」に対しても、目標設定することの重要性を提案した。

そして、本論考を通じて重視したのは

#### 軌道修正や方向転換の「あり方」を 前もって用意しておくことの重要性

である。視点 A-4 は 2030 年目標に対する軌道修正、視点 B-1 と B-2 はより大きな方向転換、視点 C-1 はそのための制度的アレンジメントに関するものである。COVID-19 への対応など、「想定していなかったことへの対応」を機敏かつ効果的に行うための準備の必要性を論じたものとなっている。言い換えると「想定外→想定内」にしておくことの重要性といえる。ここ 15 年間ほどで、グローバルな金融危機、東日本大震災/福島原発事故、COVID-19 という大きな事象が 3 つも起きたこと、それらに対して、対策が後手後手になってしまった教訓から学びたいものである。

また別のクロスカッティングな点として、



ある種の思い込みを排し、論理的で合理的な考えに基づくことの重要性

も挙げられる。なにか起きる前に、事前に「判断の仕方を用意しておく」ことも、実際に判断が必要となったときに、論理的で合理的な判断を容易にできるであろう。

1.2 節や、視点 A-5、視点 C-2 は、国際的なプロセスや、前述の炭素国境調整メカニズムなどの動きに関する点である。その他、視点 B-2 は技術選択や優先順位に関するものである。一般に、日本人は自国を「特殊状況にある」と認識し、海外での動きを軽視するきらいがある。日本の国内でのみ通用する論調も散見される。

EU のように自国ルールのワールドスタンダード化を通じて、新しい脱炭素に向けた世界で主導権を握っていこうという戦略性を持つことができるかどうかはむづかしいかもしれないが、きちんと論理的で合理的判断ができるようにしておくことが重要である。視点 B-1 は、その点をサポートするものとして提案を行った。

視点 C-2 で述べたように、国際的な対策強化の方向性は明確である。それも想定を超える早さで動いてきている。今後、日本としても、かなり機敏かつ正確に、次の目標に向け、考え方やアプローチ方法を再整理し、新たな可能性を追求する必要性が生じる。

本論考が、これらの一助となれば幸いである。

## 補遺： CO<sub>2</sub> 排出量に関する要因分析の簡単な説明

ここでは、「視点 A-1」で説明した CO<sub>2</sub> 排出量に関する要因分析の簡単な説明を行う。

数学としての一般論として、分析の対象とする時間に依存する変数  $X$  が 3 つの要因変数  $A, B, C$  の積として

$$X = A \cdot B \cdot C$$

と表されるとき、その微小な変化に対する「変化率」(無次元量)すなわち  $dX/X$  は、

$$\frac{dX}{X} = \frac{dA}{A} + \frac{dB}{B} + \frac{dC}{C}$$

と分解できる。ここで、有次元の(単位を持つ)変数の「積」で表されたものが、変化率に関しては、無次元量(パーセント等で表される)の「和」で表されていることに注目されたい。またこれは恒等式であり(下記のような CO<sub>2</sub> 排出量要因分析に用いる場合には、茅恒等式と呼ばれる)、どのような  $A, B, C$  の場合においても成立する(変数の数は任意でもある)。

一国の CO<sub>2</sub> 排出量の変化を分析する場合、

$$X = \text{CO}_2, \quad A = \text{GDP}, \quad B = \frac{\text{Energy}}{\text{GDP}}, \quad C = \frac{\text{CO}_2}{\text{Energy}}$$

と置くと、この論考で用いた分析方法と同じとなる。それぞれの変数の意味合いとしては、

- CO<sub>2</sub>: 年間エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量(要因分析の対象)；
- GDP: 年間実質 GDP(活動量。CO<sub>2</sub> 排出のドライバーとなる)；
- Energy/GDP: GDP 一単位あたりの最終エネルギー消費量。経済のエネルギー効率を表す(小さい方が効率が高い)。(対 GDP の)エネルギー原単位  $EI$  と定義する；
- CO<sub>2</sub>/Energy: 最終エネルギー消費量一単位あたりの CO<sub>2</sub> 排出量。その国のエネルギー源の炭素集約度を表す(小さい方が CO<sub>2</sub> の少ないエネルギー源の比率が高い)。(対最終エネルギー消費の)CO<sub>2</sub> 排出原単位  $CI$  と定義する。

なお、 $Y = D/E$  の場合に、同様に、変化率の間の関係式が

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dD}{D} - \frac{dE}{E}$$

となることは容易に理解できるが、これから、原単位  $EI$  と  $CI$  の変化率が、

$$\frac{d(EI)}{EI} = \frac{d(\text{Energy})}{(\text{Energy})} - \frac{d(\text{GDP})}{(\text{GDP})}$$

$$\frac{d(CI)}{CI} = \frac{d(\text{CO}_2)}{(\text{CO}_2)} - \frac{d(\text{Energy})}{(\text{Energy})}$$

と、GDP, Energy, CO<sub>2</sub> の変化率の差で表されることが分かる(図 4 参照)。どちらもマイナスになることが、気候変動緩和目的の上では望ましい。

数学的には、これらは変数の無限小の変化の場合に成り立つものであるが、実際の計算にあたって

は、変化率は(ある期間の平均の)年率として計算を行う。せいぜい数パーセントの大きさであるため、これらの式はかなりよい近似として成り立つ(高次項を考慮する必要はない)。

ここでいくつか変数の選択に関して、あまり理解されていない注意点をいくつか挙げておく：

- (a) 変数の選択は、その数も含めて任意である。分析する目的に応じて適宜選択すればよい。たとえば  $GDP = (GDP/人口) \cdot (人口)$  のように人口要因を抽出するなどの使い方ができる。逆に、 $CO_2/GDP$  のように、2 つの変数をまとめて(エネルギーを途中で挟むことなしに)扱うことも自由である。
- (b) 要因分析と称しているが、この分析手法は「因果関係」を保証するものではない。相関をみているに過ぎない。因果関係の有無は、この分析手法の「外」で考察すべきものである。
- (c) すなわち、分析対象として、因果関係や説明が行いやすいように、分析目的に応じた適切な(複数の)変数を選択することが重要となる(データ入手可能性も重要である)。たとえば、エネルギー起源  $CO_2$  の代わりに GHG 排出量全体を選択することももちろん問題はないが、経済活動の大きさとの因果関係は、エネルギー- $CO_2$  のみを対象とした方が分かりやすいのであれば、そうした方がよい。

部門別分析を行う場合には、たとえば業務部門の活動量としては、国全体の GDP より第三次産業活動指数を用いる方が適切であろう。より単純に業務床面積を用いることも多い。また、逆に詳細な分解による分析を必要としない場合(たとえば数値目標を置く指標)には、エネルギー原単位と  $CO_2$  原単位をまとめて、「 $CO_2/GDP$ 」あるいは「 $GHG/GDP$ 」のような指標で評価することも意味がある。

- (d) エネルギー量として、しばしば供給側の数字である「一次エネルギー供給量」が用いられるが、本論考では消費側の数字である「最終エネルギー消費量」を用いている。これは、「化石燃料発電→再エネ発電」のエネルギー転換が、たとえ電力消費量が同じであったとしても、一次エネルギー供給量を指標とする場合には、その一次エネルギー供給量が減少(すなわちエネルギー効率向上)という形で表現されることを避けるためである。最終エネルギー消費量を指標とした場合には、電力消費量は電源種別に関係なく  $1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$  でカウントされるため、発電部門のエネルギー転換に、みかけのエネルギー効率向上という要素が紛れ込むことを避けられる。

なお、エネルギー消費側の「燃料から電化」の動きを分析するためには、「同じサービスをもたらすものさし」として、また最終エネルギー消費量以外の指標の方が適切かもしれない。ただし、発電とは異なり、消費に関しては、サービスの種別によって変換率が異なるため、オーバーオールな指標作成は難しい。

- (e) このような要因分析は、過去実績に対して行われることが多いが、将来推計に対して行うことも有効である。<sup>42</sup> 本論考で行ったように、とくにそれを過去の実績と比較することによって、その将来推計の(細かな内容を捨象した)「オーバーオールな特徴」を抽出するという使い方もできる。また、将来シナリオを原単位で考えることは、かなりシンプルでわかりやすいため、将来シナリオセットの設計においても大いに活用できるツールでもある。

<sup>42</sup> 茅陽一氏が茅恒等式を考え出した理由は、Energy Modeling Forum などの、多様で複雑な各種将来モデル推計の内容(とくにエッセンス)をより適切に比較し、よりよく理解するためであった。本論考の視点 B-1 での各種分析においても、要因分析は非常に強力なツールとなりうる。

最後に、分析する対象が、前ページのような要因変数の掛け算や割り算で表される以外の取り扱い方法を紹介しよう。足し算  $X = A + B$  で表される場合には、下記のように、全体の変化率は、各要因変数の大きさのウェイトに、それぞれの変化率を掛けたものの和になる：

$$X = A + B \rightarrow \frac{dX}{X} = \frac{dA + dB}{X} = \left(\frac{A}{X}\right) \cdot \frac{dA}{A} + \left(\frac{B}{X}\right) \cdot \frac{dB}{B}$$

より一般的に変数  $A, B$  の関数  $X(A, B)$  で表される場合には、その変化量は以下のようになる：

$$X = X(A, B) \rightarrow \frac{dX}{X} = \frac{1}{X} \cdot \left( \left(\frac{\partial X}{\partial A}\right) \cdot dA + \left(\frac{\partial X}{\partial B}\right) \cdot dB \right) = \left(\frac{A}{X}\right) \left(\frac{\partial X}{\partial A}\right) \cdot \frac{dA}{A} + \left(\frac{B}{X}\right) \left(\frac{\partial X}{\partial B}\right) \cdot \frac{dB}{B}$$

各項の意味するところは容易に理解できるであろう。より多変数への拡張もストレートである。

現実の分析では、むしろ関数形はよくわからないものの、個々の要因(たとえば  $A$ )の変化に、対象とする  $X$  がどのように反応するか？という点に関する「感応度」が、何らかの統計データを処理するなどの方法で求められることも多いであろう。たとえば気温やエネルギー価格などに関する感応度などがあり得る。その場合には、もとの定義に戻って

$$dX = \left(\frac{\partial X}{\partial A}\right) \cdot dA + \left(\frac{\partial X}{\partial B}\right) \cdot dB + \dots$$

の各変化量の係数  $(\partial X / \partial A)$  の数字が感応度として得られることを意味すると言える。通常はこれらの係数は定数として扱う場合が多いが、2050年のような大きく状況が変化するところにまでそのまま外挿することが適切かどうかは、別の考察が必要となる。エネルギー価格感応度のような場合には、上向きの感応度と下向きの感応度を異なると考えた方がよいケースもあり、取り扱いには十分な考察が必要となる。

## 参考情報ソース

(2021 年になってからの資料や情報をベースに)

- エネルギー基本計画, 2030 年エネルギー需給見通し, 基本政策分科会での議論に関して
  - エネルギー基本計画について  
[https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic\\_plan/](https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/)
  - 過去のエネルギー基本計画と長期エネルギー需給見通し  
[https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic\\_plan/past.html](https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/past.html)
  - 第 6 次エネルギー基本計画(案)と最新版 2030 年エネルギー需給見通し  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/opinion/public.html](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/opinion/public.html)
  - パブコメの意見への対応  
<https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000225933>
  - 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会における議論  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/)
  - 2050 年炭素中立に向けたシナリオ分析資料の推移  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/033/](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/033/)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/034/](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/034/)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/036/](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/036/)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/043/](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/043/)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/044/](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/044/)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/045/045\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/045/045_004.pdf)
  
- 地球温暖化対策計画と長期戦略に関して
  - 地球温暖化対策計画について(過去のものも含む)  
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/211022.html>
  - 長期戦略について(過去のものも含む)  
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/chokisenryaku.html>
  - パブコメの意見への対応(NDC を含む):  
<https://www.env.go.jp/press/110060.html>
  
- 日本の NDC に関して
  - 過去の NDC  
[https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w\\_000121.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w_000121.html)
  - 地球温暖化対策推進本部決定に関して(温対計画, 長期戦略を含む)  
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai48/gijisidai.html>



- UNFCCC 事務局への提出(英語. 過去のものも含む)  
<https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/Party.aspx?party=JPN&prototype=1>
- 2050 年グリーン成長戦略に関して
- 2020 年 12 月 25 日発表(経産省)  
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>
  - 2021 年 6 月 18 日発表(経産省)  
<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html>
  - 2021 年 6 月 18 日成長戦略会議(内閣官房)  
<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/seichosenryakukaigi/dai12/index.html>
- 各国の改訂 2030 年 NDC 目標とその統合レポート, および各国の Long-Term Strategies に関して
- UNFCCC NDC Registry  
<https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>
  - NDC Synthesis Report (FCCC/PA/CMA/2021/8/Rev.1)  
<https://unfccc.int/news/updated-ndc-synthesis-report-worrying-trends-confirmed> (10/25)  
<https://unfccc.int/news/full-ndc-synthesis-report-some-progress-but-still-a-big-concern> (旧: 9/17)
  - Long-Term Strategies:  
<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>
- 世界各国の炭素中立宣言と, 各国プレッジをベースにした気温上昇推計例
- <https://eciu.net/netzerotracker>
  - <https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/>
- 米国, EU, 英国の, NDC, 戦略, 行動計画等に関して
- 米国ホワイトハウス報道  
<https://www.whitehouse.gov/?s=Climate+Change>
  - EU Climate Action 総局と Fit-for-55 パッケージのプレスリリース(概要説明)  
[https://ec.europa.eu/clima/index\\_en](https://ec.europa.eu/clima/index_en)  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541)
  - European Environment Agency, “Trends and Projections in Europe 2020” (EU の気候政策と現状)  
<https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2020>
  - UK Climate Strategy  
<https://www.gov.uk/government/news/uks-path-to-net-zero-set-out-in-landmark-strategy>
- EU ETS, EU 炭素国境調整メカニズム(CBAM)に関して
- EU ETS とその Q&A  
[https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en)  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_21\\_3542](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3542)

- 炭素国境メカニズム(CBAM)とその Q&A  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/qanda\\_21\\_3661/QAN\\_DA\\_21\\_3661\\_EN.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/qanda_21_3661/QAN_DA_21_3661_EN.pdf)  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_21\\_3661](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661)
  - CBAM に関する日経記事(9/23)  
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR2024Q0Q1A920C200000/>
- カーボンプライシングに関する政府委員会での検討
- 経済産業省「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等に関する研究会」中間整理  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/carbon\\_neutral\\_jitsugen/20210825\\_report.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_neutral_jitsugen/20210825_report.html)
  - 環境省「カーボンプライシングの活用に関する小委員会」中間整理  
<https://www.env.go.jp/council/06earth/yoshi06-19.html>
- 国内再エネ政策の方向性に関して
- 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会／電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 中間整理(第4次):  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/20211022\\_report.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/20211022_report.html)
- 国内の発電コスト評価に関して (脚注 29, 30 参照)
- 発電コスト検証ワーキンググループ  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/#cost\\_wg](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/#cost_wg)
- 炭素中立経済におけるエネルギーシステムに関して
- 前述の、基本政策分科会における「2050 年炭素中立に向けたシナリオ分析資料の推移」において、日本を対象とした多くのシナリオ分析が取り上げられている。
  - 本論考の執筆者ひとりである松尾のアウトプットとしては、次のものがある:  

田中勇伍, 松尾直樹 (2021) 「再エネ 100%シナリオは本当に「現実的ではない」のか? — 電力部門脱炭素化の実現のため、対策オプションの幅を拓けよう」  
<https://www.iges.or.jp/jp/pub/commentary-202105/ja>  
<https://www.iges.or.jp/jp/pub/commentary-202105-addendum/ja> 《補論》

EnergyShift に掲載のいくつかの論考  
<https://energy-shift.com/news/search/松尾直樹/7/1>
  - 海外や世界を対象としたモデルによるシナリオ分析も多い。IEA と IRENA のものを掲げる:  

IEA 2021, “World Energy Outlook 2021”, <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>  
IEA 2021, “Achieving Net Zero Electricity Sectors in G7 Members”,  
<https://www.iea.org/reports/achieving-net-zero-electricity-sectors-in-g7-members>  
IEA 2021, “Net Zero by 2050”, <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>  
  
IRENA 2021, “World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway”,  
<https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook>

以上

---

[謝辞] このディスカッションペーパーは、IGES の同僚との議論がベースになっているところが多い。特に、栗山昭久、田中勇伍の両氏との、基本政策分科会での共同発表やコメントリー作成を通じた議論によって、問題意識を醸成させることができた。また、浜中裕徳、高橋康夫の両氏からは政策サイドからの貴重なコメントをいただいた。Mark Elder 氏にはパブリケーションの完成度に寄与いただいた。

また本稿は、先立つ IGES 気候変動 Webinar 「[新しいエネルギー基本計画と NDC を考える](#)」(2021 年 9 月 28 日)における Webinar 参加者や同僚の大塚隆志氏からの質問やコメントにも依るところも大きい。これらの方々に感謝したい。

Institute for Global Environmental Strategies (IGES)

<http://www.iges.or.jp/>

2108-11, Kamiyamaguchi, Hayama, Kanagawa 240-0115, Japan

Phone: +81-46-855-3700

The views expressed in this discussion paper are those of the authors  
and do not necessarily represent those of IGES.

©2021 Institute for Global Environmental Strategies. All rights reserved.